

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

WIK • Bericht

Gigabitnetze für Deutschland

Autoren:

Dr. Christian Wernick

Fabian Queder

Dr. Sonia Strube Martins

Dr. Christin Gries

Dr. Sebastian Tenbrock

Dr. Christian Bender

WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur
und Kommunikationsdienste GmbH
Rhöndorfer Str. 68
53604 Bad Honnef

Bad Honnef, Dezember 2016

Impressum

WIK Wissenschaftliches Institut für
Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH
Rhöndorfer Str. 68
53604 Bad Honnef
Deutschland
Tel.: +49 2224 9225-0
Fax: +49 2224 9225-63
eMail: info(at)wik.org
www.wik.org

Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführer und Direktor	Dr. Iris Henseler-Unger
Direktor Abteilungsleiter Post und Logistik	Alex Kalevi Dieke
Prokurist Abteilungsleiter Netze und Kosten	Dr. Thomas Plückebaum
Direktor Abteilungsleiter Regulierung und Wettbewerb	Dr. Ulrich Stumpf
Prokurist Leiter Verwaltung	Karl-Hubert Strüver
Vorsitzender des Aufsichtsrates	Winfried Ulmen
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7225
Steuer Nr.	222/5751/0722
Umsatzsteueridentifikations Nr.	DE 123 383 795

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
1 Einleitung	1
2 Warum braucht Deutschland Gigabitnetze?	4
2.1 Gesamtwirtschaftliche Effekte	5
2.1.1 Steigerung des Bruttoinlandsprodukts	5
2.1.2 Produktivitäts- und Effizienzsteigerungen	6
2.1.3 Externalitäten	6
2.2 Gewerbliche Nachfrage	9
2.2.1 Intelligente Vernetzung	10
2.2.2 Connected Car	12
2.2.3 Smart Farming	14
2.3 Private Nachfrage	16
2.3.1 Gaming und Virtual Reality	18
2.3.2 Medien und Entertainment	20
2.3.3 Die Entwicklung der privaten Bandbreitennachfrage	20
3 Was sind Gigabitnetze?	23
3.1 Leitungsgebundene Übertragungstechnologien	24
3.1.1 FTTB/H-Technologien	24
3.1.2 HFC	25
3.1.3 xDSL und Weiterentwicklungen	27
3.2 Funklösungen	28
3.2.1 LTE	29
3.2.2 5G	30
3.2.3 Bedeutung für den Ausbau gigabitfähiger Netze	35
3.3 Geeignetheit der Zugangsnetze zur Erfüllung der Anforderungen von Gigabitnetzen	36
4 Wettbewerb und Verfügbarkeiten auf dem deutschen Breitbandmarkt	38
4.1 Verfügbarkeiten verschiedener Übertragungstechnologien auf dem deutschen Breitbandmarkt	38
4.1.1 Verfügbarkeit von FTTB/H-Anschlussnetzen	39

4.1.2	Verfügbarkeit von HFC-Anschlussnetzen	40
4.1.3	Verfügbarkeit von xDSL Anschlussnetzen	41
4.1.4	Verfügbarkeit von LTE	42
4.2	Wettbewerbssituation auf dem deutschen Breitbandmarkt	43
4.3	Verfügbarkeit und Nutzung von gigabitfähigen Netzen in Deutschland	44
4.4	Verfügbarkeit und Breitbandnutzung im europäischen Vergleich	49
5	Anreizstrukturen und Anbieterstrategien für Investitionen in Gigabitnetze	53
5.1	Anbieterübergreifende Anreizstrukturen	53
5.1.1	Erhöhung der Umsätze mit Bestandskunden	53
5.1.2	Gewinnung von Neukunden	54
5.1.3	Erweiterung des Dienstportfolios im Geschäftskundensegment	55
5.1.4	Strategische Wettbewerbsvorteile	56
5.1.5	Nutzung von Fördergeldern	56
5.2	Anbieterspezifische Anreize und Ausbaustrategien	56
5.2.1	Deutsche Telekom	56
5.2.2	Vodafone	59
5.2.3	Unitymedia	60
5.2.4	Alternative nationale Anbieter	61
5.2.5	Regionale Anbieter	63
5.2.6	New Entrants	64
5.3	Szenarien zur Marktentwicklung	66
5.3.1	Städtisches Cluster	66
5.3.2	Halbstädtisches Cluster	68
5.3.3	Ländliches Cluster	69
5.3.4	Gewerbliche Standorte	70
6	Regulatorische und wettbewerbspolitische Ansätze im Zusammenhang mit der Förderung privatwirtschaftlicher Investitionen in Gigabitnetze	71
6.1	Regulierung auf dem deutschen Breitbandmarkt	73
6.2	Stellschrauben des Regulierungsrahmens	78
6.2.1	SMP-Regulierung gemäß TKG und EU-Richtlinien	79
6.2.2	Rückführung der Regulierung	80
6.2.3	Symmetrische Regulierung	83

6.2.4 Funktionale oder strukturelle Separierung	84
6.2.5 Wholesale-only-Netze	86
6.2.6 Co-Investment-Modelle	87
6.3 Zugangsregulierung im Code Recast	92
6.3.1 Zielsetzung und Grundlagen	92
6.3.2 Zugangsregulierung zu VHC-Netzen	94
6.4 Beurteilung der Maßnahmen zur Zugangsregulierung im Code Recast	99
6.4.1 Symmetrische Regulierung	101
6.4.2 Co-Investment-Modelle	102
6.4.3 Wholesale-only-Netze	104
6.4.4 Rückführung der Regulierung zur Incentivierung von Investitionen marktmächtiger Unternehmen	106
7 Staatliche Förderung im Rahmen der Errichtung von Gigabitnetzen	108
7.1 Angebotsorientierte Förderung	110
7.1.1 Deckungslückenmodell	110
7.1.2 Betreibermodell	111
7.1.3 Fördermaßnahmen zur Senkung der Kapitalkosten	111
7.1.4 Konzessionsmodelle	113
7.2 Nachfrageorientierte Förderung	117
7.3 Förderprogramme auf Bundesebene	119
7.4 Überbau von geförderten Breitbandausbauten	124
8 Fazit	127
Literaturverzeichnis	130

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Gesamtwirtschaftliche Effekte des Breitbandausbaus	5
Abbildung 2-2:	Anteile genutzter Bandbreitenklassen an leitungsgebundenen Breitbandanschlüssen (2014-2015)*	17
Abbildung 2-3:	Anteile genutzter Bandbreitenklassen im Breitbandkabelnetz (2014-2015)	18
Abbildung 2-4:	Bandbreitennachfrage von Privathaushalten in 2025*	22
Abbildung 3-1:	Node Splitting in HFC-Netzen	26
Abbildung 3-2:	Drahtlose Technologien: Entwicklung von Leistungsparametern	29
Abbildung 3-3:	Aufbau heterogener Netzwerke	32
Abbildung 3-4:	Zugangsszenario 5G FWA	34
Abbildung 3-5:	Zugangstechnologien und Qualitätsmerkmale	36
Abbildung 4-1:	Verfügbarkeit von leitungsgebundenen Breitbandanschlüssen nach Bandbreitenklassen (Stand Mitte 2016)	39
Abbildung 4-2:	Breitbandverfügbarkeit für drahtlose Technologien (Stand Mitte 2016)	42
Abbildung 4-3:	Gesamtmarkt für Breitbanddienste, Marktanteil nach Kunden (Stand Mitte 2016)	43
Abbildung 4-4:	Festnetz Geschäftskunden, Marktanteil nach Anbieter (Stand Ende 2015)	44
Abbildung 4-5:	Haushaltsabdeckung mit gigabitfähigen Netzen (Stand Mitte 2016)	45
Abbildung 4-6:	Abdeckung und Nutzung gigabitfähiger Netze (Stand Mitte 2016)	46
Abbildung 4-7:	Haushaltsabdeckung mit gigabitfähigen Netzen nach Clustern (Stand Mitte 2016)	47
Abbildung 4-8:	Gewerbliche Breitbandverfügbarkeit von mindestens 50 Mbit/s (Stand Mitte 2016)	48
Abbildung 4-9:	FTTB/H-Abdeckung der EU-Staaten (Stand Mitte 2015)	49
Abbildung 4-10:	Kabelnetz-Abdeckung der EU-Staaten (Stand Mitte 2015)	50
Abbildung 4-11:	NGA-Verbreitung und -Nutzung in Europa (Stand Mitte 2015)	51
Abbildung 5-1:	Haushaltsabdeckung mit gigabitfähigen Netzen im städtischen Cluster (Stand Mitte 2016)	66
Abbildung 5-2:	Haushaltsabdeckung mit gigabitfähigen Netzen im halbstädtischen Cluster (Stand Mitte 2016)	68
Abbildung 5-3:	Haushaltsabdeckung mit gigabitfähigen Netzen im ländlichen Cluster (Stand Mitte 2016)	69

Abbildung 6-1:	Leitungsgebundene Breitbandanschlüsse (in Mio.) in Deutschland nach Endkundenverträgen und Zugangstechnologien (2010-2016)	74
Abbildung 6-2:	Investitionen in Sachanlagen auf dem Telekommunikationsmarkt	79
Abbildung 6-3:	Entwicklung von VDSL über die Telekom-Infrastruktur in Deutschland (2012-Q3/2016)	88
Abbildung 6-4:	Zugangsmodell für VHC-Netze	94
Abbildung 6-5:	Regulierung von VHC-Netzen	95
Abbildung 6-6:	Schematische Darstellung eines Integrator-Marktplatzes	105

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Anforderungen an Breitbanddienste	10
Tabelle 2-2:	Anwendungskategorien und Anforderungen	21
Tabelle 5-1:	Preisübersicht für 100 Mbit/s Produkte (Stand Oktober 2016)	54
Tabelle 7-1:	Kapitalkosten bei unterschiedlichen Kapitalkostensätzen	112
Tabelle 7-2:	Netzabdeckung in ländlichen Gebieten im Rahmen der Konzessionen in Portugal	117
Tabelle 7-3:	Breitbandförderung des Bundes: Ergebnisse aus dem ersten und zweiten Förderaufruf nach Bundesländern	122

1 Einleitung

Die vorliegende Studie ist der Abschlussbericht im Rahmen des Projekts „Gigabitnetze für Deutschland“, welches das WIK im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) von September bis Dezember 2016 durchgeführt hat.¹

Das BMWi hat mit dem Grünbuch Digitale Plattformen² im Rahmen der Digitalen Strategie 2025³ einen breiten Diskussionsprozess angestoßen. Es sollen rechtliche und regulatorische Fragen, die im Rahmen der Digitalisierung für Wirtschaft und Gesellschaft von hoher Relevanz sind, in einem strukturierten Prozess identifiziert und möglichst einer Klärung zugeführt werden. Als Ergebnis dieses Prozesses ist ein Weißbuch geplant.

Der vorliegende Abschlussbericht hat das Ziel, ebenso wie das vorangegangene Projekt, das BMWi im Rahmen dieses Prozesses zu unterstützen.

Im Mittelpunkt des Forschungsvorhabens steht die Frage, wie die Verbreitung von Gigabitnetzen in Deutschland durch geeignete Maßnahmen gefördert werden kann. Zu diesem Zweck sollen insbesondere folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

- Wodurch zeichnen sich Gigabitnetze aus und welche Festnetz- und Mobilfunktechnologien erfüllen die Voraussetzungen, um hierzu einen Beitrag zu leisten?
- Welche Anreizsysteme bestehen für die verschiedenen Arten von Marktteilnehmern, eigeninitiativ in Gigabitnetze zu investieren, und welche Abdeckungsszenarien sind vor diesem Hintergrund zu erwarten?
- Welche Maßnahmen kann die öffentliche Hand ergreifen, um die Verbreitung von Gigabitnetzen zu fördern, einerseits durch Anpassungen bei der sektorspezifischen Regulierung und andererseits durch öffentliche Förderung?

Mit Blick auf Anpassungen regulatorischer Maßnahmen zur Förderung von Investitionen in Gigabitnetze werden die Vorschläge, die die Europäische Kommission im Rahmen der Überarbeitung des Rechtsrahmens für elektronische Kommunikation mit Blick auf die Zugangsregulierung vorgelegt hat (im Folgenden Code Recast), im Rahmen der Studie vorgestellt und bewertet.⁴ Darüber hinaus wird jedoch auch auf weitere denkbare Ansätze eingegangen.

1 Wir möchten uns an dieser Stelle bei den Teilnehmern des Workshops „Gigabitnetze für Deutschland“ im BMWi am 02.12.2016 sowie bei den Interviewpartnern, die uns im Rahmen des Projekts ihre Einschätzungen mitgeteilt haben, ganz herzlich bedanken.

2 Vgl. BMWi (2016): Grünbuch Digitale Plattformen, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/G/gruenbuch-digitale-plattformen,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>.

3 Vgl. BMWi (2016): Digitale Strategie 2025, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/digitale-strategie-2025,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>.

4 Vgl. Europäische Kommission (2016): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über den europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation (Neufassung), S. 15 ff., elektronisch verfügbar unter: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=comnat:COM_2016_0590_FIN.

Die vorliegende Studie ordnet sich ein in eine Reihe von aktuellen Arbeiten des WIK, die sich bereits mit verschiedenen Facetten des Breitbandthemas auseinandergesetzt haben. Zum einen hat das WIK die EU-Kommission im Zusammenhang mit der Überarbeitung des Rechtsrahmens für elektronische Kommunikation in drei Projekten beraten, von denen mit Blick auf die Breitbandthematik insbesondere die Studie zu „Access and Investment“⁵ sowie das „Impact Assessment“⁶ von Relevanz sind. Im Auftrag des BMWi wurde eine Studie erstellt, die sich mit der Nutzung und Verfügbarkeit digitaler Dienste für KMU auseinandersetzt.⁷ Darüber hinaus wurden die Erfolgsfaktoren von FTTB/H-Projekten⁸, die Rolle von regionalen TK-Akteuren für den deutschen Breitbandmarkt⁹ sowie die Treiber für den Ausbau hochbitratiger Netzinfrastrukturen¹⁰ untersucht. Schließlich wurden auch mehrere Studien durchgeführt, in denen die Unterschiede bei Verfügbarkeiten und Investitionen in hochleistungsfähige Telekommunikationsinfrastrukturen in verschiedenen Ländern analysiert werden.¹¹

-
- 5 Vgl. European Commission (2016): Regulatory, in particular access, regimes for network investment models in Europe, A study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content & Technology by WIK-Consult, Deloitte, IDATE, elektronisch verfügbar unter: http://bookshop.europa.eu/en/regulatory-in-particular-access-regimes-for-network-investment-models-in-europe-pbKK0216677/downloads/KK-02-16-677-EN-N/KK0216677ENN_002.pdf?FileName=KK0216677ENN_002.pdf&SKU=KK0216677ENN_PDF&CatalogueNumber=KK-02-16-677-EN-N.
 - 6 Vgl. European Commission (2016): Support for the preparation of the impact assessment accompanying the review of the regulatory framework for e-communications, Final Report, A study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content & Technology by WIK-Consult, Ecorys, VVA Consulting, SMART 2015/0005, elektronisch verfügbar unter: <http://www.wik.org/index.php?id=839>.
 - 7 Vgl. Wernick, C.; Strube Martins, S.; Bender, C. M.; Gries, C.-I. (2016): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland, Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_BMWi_Breitbandnutzung_von_KMU.pdf.
 - 8 Vgl. Wernick, C.; Henseler-Unger, I.; unter Mitarbeit von Strube Martins, S. (2016): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau, Studie im Auftrag des Bundesverband Breitbandkommunikation (BREKO), Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie_-_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf.
 - 9 Vgl. Wernick, C.; Gries, C.-I.; Bender, C., Tenbrock, S.; Strube Martins, S. (2016): Regionale TK-Akteure im globalen Wettbewerb (2016): Regionale Anbieter im globalen Wettbewerb, Studie im Auftrag des Breitbandbüros Hessen bei der Hessen Trade & Invest GmbH, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Regionale_TK_Akteure_im_globalen_Wettbewerb.pdf.
 - 10 Vgl. Gries, C.; Plückebaum, T.; Strube Martins, S. (2016): Treiber für den Ausbau hochbitratiger Infrastrukturen, Studie im Auftrag von 1&1 Telecommunication SE, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/VATM_Hochbitratige_Infrastrukturen.pdf.
 - 11 Vgl. Neumann, K.-H.; Schwab, R. (2015): Europäische und weltweite Trends beim Aufbau von FTTB/H Netzen – Bedeutung für Deutschland, Studie für 1&1 Telecom GmbH, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: <http://www.wik.org/index.php?id=810> und Godlovitch, I.; Henseler-Unger, I.; Stumpf, U. (2015): Competition & investment: An analysis of the drivers of superfast broadband, Studie für Ofcom, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2015/Competition_and_investment_superfast_broadband.pdf.

Die vorliegende Studie erweitert das im Rahmen der oben genannten WIK Studien betrachtete Spektrum um folgende Aspekte:

- Die Entwicklung von Anforderungen und Empfehlungen für die Gestaltung der zukünftigen Regulierung und öffentlichen Förderung, um die infrastrukturellen Rahmenbedingungen dafür zu schaffen, dass Deutschland sich bis zum Jahr 2025 zu einer Gigabitgesellschaft entwickelt.
- Die Evaluation der Vorschläge des Code Recasts vor dem Hintergrund der Spezifika des deutschen Marktes
- Die Beurteilung erster Erfahrungen mit dem Programm zur Breitbandförderung des Bundes
- Die Diskussion von Anreizmechanismen für Investitionen in Gigabitnetze verschiedener Akteure und die darauf aufbauende Ableitung von Marktszenarien
- Die Analyse neuer Übertragungstechnologien und hierbei insbesondere von 5G mit Blick auf ihren potenziellen Beitrag zur Gigabit-Gesellschaft

Die Studie ist wie folgt aufgebaut: Nachfolgend wird in Kapitel 2 darauf eingegangen, warum Deutschland Gigabitnetze benötigt.

In Kapitel 3 wird eine Definition von Gigabitnetzen erarbeitet und es wird analysiert, welche Übertragungstechnologien einen Beitrag zur flächendeckenden Versorgung Deutschlands mit Gigabitnetzen leisten können.

In Kapitel 4 wird auf den aktuellen Status quo hinsichtlich der Breitbandversorgung, der Breitbandnutzung und der Wettbewerbsverhältnisse auf dem Breitbandmarkt eingegangen. Darüber hinaus wird eine Einordnung dieses Status quo im europäischen Vergleich vorgenommen.

Hierauf aufbauend werden in Kapitel 5 Ausbaustrategien und Anreize verschiedener Anbietergruppen analysiert, um auf dieser Basis zu identifizieren, in welchen Regionen mit einem privatwirtschaftlichen Aufbau von Gigabitnetzen zu rechnen ist.

Kapitel 6 setzt sich mit regulatorischen und wettbewerbspolitischen Ansätzen zur Förderung privatwirtschaftlicher Investitionen in Gigabitnetze auseinander und geht hierbei insbesondere auf die im Rahmen des Code Recasts vorgeschlagenen Maßnahmen ein. Die mit Blick auf die Regulierung von Very High Capacity Networks (im Folgenden VHC-Netzwerke) essentiellen Regelungen werden vorgestellt, beurteilt und Empfehlungen für die zukünftige Regulierung werden abgeleitet.

In Kapitel 7 wird ein Überblick über die deutsche Breitbandförderlandschaft gegeben. Verschiedene Fördermodelle und Ansätze werden vorgestellt, segmentiert und Empfehlungen werden abgeleitet.

Die Studie schließt mit einem Fazit in Kapitel 8.

2 Warum braucht Deutschland Gigabitnetze?

Kernaussagen:

- Anspruchsvolle Anwendungen stellen Anforderungen an Bandbreiten, Symmetrie und Qualitätsparameter, die eine möglichst flächendeckende Abdeckung Deutschlands mit Gigabitnetzen erforderlich machen.
- Deutsche Unternehmen benötigen Zugang zu Gigabitnetzen, um perspektivisch wettbewerbsfähig zu bleiben.
- Auch im Privatkundensegment ist von einer steigenden Nachfrage auszugehen.
 - Im Jahr 2025 werden rund drei Viertel aller Haushalte Bandbreiten von 500 Mbit/s und mehr im Download nachfragen.
 - Haupttreiber werden Anwendungen wie Cloud-Dienste, Gaming und Virtual Reality sowie Bewegtbild-Content sein.
- Da der Ausbau dieser Netzinfrastrukturen Zeit benötigt, müssen heute die Weichenstellungen erfolgen, um bis 2025 eine möglichst hohe Abdeckung von Gigabitnetzen erreichen zu können.
- In Summe werden flächendeckende Gigabitnetze positive gesamtwirtschaftliche Effekte bewirken. Exemplarisch sind BIP-, Produktivitäts- und Effizienzsteigerungen zu nennen.

Die Zahl derjenigen, die sich dafür aussprechen, dass Deutschland Gigabitnetze benötigt, wächst kontinuierlich. Sie umfasst Vertreter aus Politik¹², Branchenverbänden¹³, aber auch aus der Wissenschaft¹⁴. Im folgenden Kapitel werden die Hauptargumente komprimiert dargestellt.

¹² Vgl. Netzallianz (2016): Kursbuch Netzausbau, S. 6, elektronisch verfügbar unter:

https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/kursbuch-netzausbau-2016.pdf?__blob=publicationFile;

Vgl. BMWi (2016): Digitale Strategie 2025, S. 13, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/digitale-strategie-2025,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>;

BMWi (2016): Grünbuch Digitale Plattformen, S. 33, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/G/gruenbuch-digitale-plattformen,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>.

¹³ Vgl. BREKO, BUGLAS, VATM (2016): Gemeinsame Pressemitteilung „Wettbewerber setzen auf gigabitfähige Anschlüsse“, elektronisch verfügbar unter: http://www.vatm.de/pm-detail.html?&tx_ttnews%5Btt_news%5D=2359&cHash=c27b1a0b3b1921c0fa0f034ff289f1ff.

¹⁴ Vgl. Wernick, C.; Strube Martins, S.; Bender, C. M.; Gries, C.-I. (2016): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland, Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, S. 16, elektronisch verfügbar unter:

http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_BMWi_Breitbandnutzung_von_KMU.pdf;

European Commission (2016): Regulatory, in particular access, regimes for network investment models in Europe, A study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content & Technology by WIK-Consult, Deloitte, IDATE, elektronisch verfügbar unter:

http://bookshop.europa.eu/en/regulatory-in-particular-access-regimes-for-network-investment-models-in-europe-pbKK0216677/downloads/KK-02-16-677-EN-N/KK0216677ENN_002.pdf?FileName=KK0216677ENN_002.pdf&SKU=KK0216677ENN_PDF&CatalogueNumber=KK-02-16-677-EN-N;

2.1 Gesamtwirtschaftliche Effekte

Der positive Beitrag, der durch Verfügbarkeit und Nutzung einer leistungsfähigen Breitbandinfrastruktur für die wirtschaftliche Entwicklung einer Region entsteht, ist unbestritten und wurde in zahlreichen Untersuchungen mit Blick auf volkswirtschaftliche Größen, wie BIP-Wachstum, Produktivität oder Beschäftigung, empirisch belegt. Daneben gibt es zahlreiche positive externe Effekte, die mit einer flächendeckenden Verfügbarkeit von hochbitratigen und leistungsfähigen Breitbandinfrastrukturen verbunden sind (vgl. Abbildung 2-1).

Abbildung 2-1: Gesamtwirtschaftliche Effekte des Breitbandausbaus



Quelle: WIK.

2.1.1 Steigerung des Bruttoinlandsprodukts

Castaldo et al. (2015) haben für Deutschland geschätzt, dass bereits eine Erhöhung der Breitbandverfügbarkeit um 1% das Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf innerhalb eines Jahres um bis zu 850 € und langfristig um bis zu 2.450 € pro Jahr erhöhen kann.¹⁵

Fraunhofer Fokus (2016): Statement Prof. Dr. Manfred Hauswirth zur Fraunhofer Fokus Studie „Netzwerkinfrastrukturen für die Gigabit-Gesellschaft“, elektronisch verfügbar unter:

https://cdn1.scrvt.com/fokus/f59f853f9/10c24804e63a/Statement_PK_Hauswirth.pdf;

IW Consult (2016): Der Weg in die Gigabit Gesellschaft, Studie im Auftrag des Vodafone Instituts für Gesellschaft und Kommunikation, Köln, S. 4, elektronisch verfügbar unter:

http://www.vodafone-institut.de/wp-content/uploads/2016/06/Vodafone-Gigabit-Gesellschaft_Aktualisierung-170616.pdf.

¹⁵ Vgl. Castaldo, A.; Fiorini, A.; Maggi, B. (2015): Fixed broadband connections and economic growth: a dynamic oecd panel analysis, Public Finance Research Papers, Instituto di Economia e Finanza.

Eine relevante Rolle spielt dabei auch die realisierbare Übertragungsgeschwindigkeit. So schätzten *Rohman und Bohlin (2012)*, dass eine Verdoppelung der Übertragungsgeschwindigkeit zu einem zusätzlichen BIP-Wachstum von 0,3% führt.¹⁶

2.1.2 Produktivitäts- und Effizienzsteigerungen

Eine bessere Breitbandversorgung von Unternehmen kann Effizienzsteigerungen durch die Erweiterung der Geschäftstätigkeiten, durch Produkt- und Prozessinnovationen sowie durch die Umsetzung neuer Geschäftsmodelle bewirken.

Eine empirische Untersuchung von *Falk et al. (2015)* zeigt z. B., dass eine Steigerung der Breitbandversorgung von Unternehmen um 1% zu einer geschätzten jährlichen Produktivitätserhöhung von bis zu 0,94% führt.¹⁷

2.1.3 Externalitäten

Über die direkten Auswirkungen der Breitbandinfrastruktur hinaus entsteht auch eine Reihe von positiven externen Effekten, die als Begleiterscheinung der Verfügbarkeit und Nutzung von Breitbandnetzen auftreten.

2.1.3.1 Positive Beschäftigungseffekte

Der Breitbandausbau bewirkt, dass Innovationen in Unternehmen realisiert werden können und das Haushaltseinkommen privater Haushalte ansteigt. Schätzungen von *Katz et al. (2010) und (2012)* zufolge wird der Aufbau von Glasfasernetzen mit Geschwindigkeiten von mindestens 100 Mbit/s für die Hälfte der Bevölkerung in Deutschland durch direkte und indirekte Effekte zur Schaffung von rund 561.000 neuer Stellen im Zeitraum 2015 bis 2020 führen.¹⁸

Darüber hinaus können sich über das Internet angebotene Anwendungen wie Online-Stellenvermittlungen positiv auf die Beschäftigung auswirken. So hat z. B. *Kuhn (2014)* in einer empirischen Studie in den USA herausgefunden, dass Arbeitslose in den USA über die Nutzung der Online-Job-Suche deutlich schneller wieder eine neue Beschäftigung finden.¹⁹

¹⁶ Vgl. Rohman, I. K.; Bohlin, E. (2012): Does broadband speed really matter for driving economic growth? Investigating OECD countries, *International Journal of Management and Network Economics*, Inderscience Enterprises Ltd, Volume 2(4), S. 336-356.

¹⁷ Vgl. Falk, M.; Biagi, F. (2015): Empirical studies on the impact of ICT usage on employment in Europe, *Institute for Prospective Technological Studies Digital Economy Working Paper 2015/14*.

¹⁸ Vgl. Katz, R. L.; Vaterlaus, S.; Zenhäusern, P.; Suter, S. (2010): The Impact of Broadband on Jobs and the German Economy, in: *Intereconomics*, 45 (1), 26-34 und Katz, R. L. (2012): Impact of broadband on the economy: Research to Date and Policy Issues, *Broadband Series ITU, Telecommunications Development Sector*.

¹⁹ Vgl. Kuhn, P. J. (2014): The internet as a labor market matchmaker How effective are online methods of worker recruitment and job search? In: *IZA World of Labour*, Mai 2014, elektronisch verfügbar unter: <http://wol.iza.org/articles/internet-as-a-labor-market-matchmaker.pdf>.

2.1.3.2 Multiplikatoreffekte

Die durch die Breitbandinfrastruktur ermöglichte Digitalisierung und das damit verbundene Wachstum der gesamten IKT-Branche führt zu signifikanten Multiplikatoreffekten in vor- und nachgelagerten Branchen.

So führt beispielsweise die Schaffung von zehn Arbeitsplätzen in der IKT-Branche durchschnittlich zur Schaffung von fast zehn weiteren Arbeitsplätzen (9,41) in vor- und nachgelagerten Branchen und eine zusätzliche Nachfrage in Höhe von 10 € zu einer erhöhten Produktion in angeschlossenen Branchen in Höhe von 7,44 €²⁰

2.1.3.3 Schaffung von Konsumentenrente

Durch die Verfügbarkeit von Breitbandzugängen wird die Konsumentenrente in zweifacher Hinsicht vergrößert: Zum einen erhöht sich der Nutzen privater Haushalte durch die Verfügbarkeit von Breitbandzugängen unmittelbar, zum anderen profitieren Haushalte von Preissenkungen, die sich aus der steigenden Produktivität und dem stärkeren Wettbewerb infolge der IKT-Nutzung ergeben. *Greenstein/Mc Devitt (2009)* haben für die USA geschätzt, dass die durch Breitband geschaffene Konsumentenrente im Jahr 2006 bei 7,5 Mrd. US\$ lag.²¹

2.1.3.4 Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit und Produktivität von KMU

Für die regionale Wirtschaft und insbesondere für KMU hat die Verfügbarkeit leistungsfähiger Breitbandanschlüsse eine hohe Bedeutung als Standortfaktor. Eine leistungsfähige Breitbandinfrastruktur versetzt KMU in die Lage, die Potenziale der Digitalisierung auszuschöpfen und damit ihre Wettbewerbsfähigkeit und Produktivität zu erhöhen.²²

2.1.3.5 Stimulierung des Gründungsgeschehens

Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit und Nutzung von Breitbandzugängen und Unternehmensgründungen, u. a., da Breitbandinfrastruktur die Notwendigkeit der physischen Nähe reduziert und Möglichkeiten zum Aufbau von Kundenkontakten bietet.

²⁰ Vgl. BMWi (2013): Monitoring-Report Digitale Wirtschaft 2013 – Digitalisierung und neue Arbeitswelt, Dezember 2013, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/monitoring-report-digitale-wirtschaft-2013-kurzfassung.property=pdf.bereich=bmwi2012.sprache=de.rwb=true.pdf>.

²¹ Vgl. Greenstein, S.; McDevitt, R. (2009): The Broadband Bonus: Accounting for Broadband Internet's Impact on U.S. GDP, NBER Working Paper 14758, Februar 2009.

²² Vgl. Wernick, C.; Strube Martins, S.; Bender, C. M.; Gries, C.-I. (2016): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland, Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_BMWi_Breitbandnutzung_von_KMU.pdf.

Heger, Rinawi, Veith (2011) kommen in einer empirischen Untersuchung für Deutschland zu dem Ergebnis, dass die breitbandige Infrastruktur vor allem das Gründungs geschehen in High-Tech-Industriebereichen wie Software und wissensintensiven Dienstleistungen positiv beeinflusst.²³

Eine empirische Studie von Mölleryd (2015) in 290 Kommunen zeigt, dass infolge der Erhöhung der Glasfaserpenetration um 10% jedes Jahr ein zusätzliches Unternehmen pro 12.000 Einwohner gegründet wird.²⁴

2.1.3.6 Soziale, gesellschaftliche und umweltpolitische Aspekte:

Flächendeckende, leistungsfähige Breitbandnetze und die auf ihnen realisierbaren Anwendungen spielen auch in gesellschafts- und umweltpolitischer Hinsicht eine bedeutende Rolle.²⁵ Diese zeigt sich u. a. in den folgenden Bereichen:

- Die Möglichkeiten für die gesellschaftliche Teilhabe aller Bevölkerungsgruppen verbessern sich, da vielfältige Kommunikationsplattformen Austausch und Diskussion über große Entfernungen hinweg ermöglichen und neue digitale Beteiligungsformen entstehen.
- Die Nutzung von Telemedizin verbessert vor allem die gesundheitliche Versorgung der Bevölkerung außerhalb der Ballungszentren, da sie die Überbrückung von räumlicher Distanz zwischen Ärzten und Patienten ermöglicht.
- Über E-Learning kann nicht nur die Qualität von Bildungsangeboten verbessert, sondern durch zeit- und ortsunabhängiges Lernen auch eine breitere Nutzung erreicht werden.
- Die Nutzung von Telearbeit/Homeoffice, E-Learning und Videokonferenzen bewirkt eine geringere Vor-Ort-Präsenz und reduziert das Verkehrsaufkommen.²⁶ Darüber hinaus kann Telearbeit dazu beitragen, den ländlichen Raum als Lebens- und Arbeitsraum zu erhalten.

²³ Vgl. Heger, D.; Rinawi, M.; Veith, T.: The Effect of Broadband Infrastructure on Entrepreneurial Activities: The Case of Germany, ZEW Discussion Paper No. 11-081, elektronisch verfügbar unter: <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp11081.pdf>.

²⁴ Vgl. Mölleryd, B. G. (2015): Development of High-speed Networks and the Role of Municipal Networks, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 26.

²⁵ Vgl. Wernick, C.; Gries, C.-I.; Bender, C., Tenbrock, S.; Strube Martins, S. (2016): Regionale TK-Akteure im globalen Wettbewerb, Studie im Auftrag des Breitbandbüros Hessen bei der Hessen Trade & Invest GmbH, S. 19, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Regionale_TK_Akteure_im_globalen_Wettbewerb.pdf.

²⁶ Vgl. SQW (2013): UK Broadband Impact Study – Study on behalf of Department for Culture, Media & Sport, S. 41 ff., elektronisch verfügbar unter: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/257006/UK_Broadband_Impact_Study_-_Impact_Report_-_Nov_2013_-_Final.pdf.

- Der Anwendungsbereich Smart Farming leistet einen unmittelbaren Beitrag zur Ressourcenschonung, da hier mittels Sensoren und digitaler Anwendungen ein effizienter Einsatz von Düngemitteln erfolgt.²⁷
- Konzepte wie Smart Home, Smart Industry, Smart Traffic oder Smart City sind u. a. darauf ausgerichtet, eine effizientere Energienutzung zu realisieren und damit einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten.

Die Möglichkeiten in den genannten Anwendungsbereichen können jedoch nur dann ausgeschöpft werden, wenn Gigabitnetze flächendeckend verfügbar sind, der Zugang für alle Bürger gewährleistet ist und das noch vorhandene Stadt-Land-Gefälle bei hochbitratiger Breitbandversorgung überwunden wird.

2.2 Gewerbliche Nachfrage

Die Bandbreitennachfrage gewerblicher Nachfrager erfordert eine starke Segmentierung nach Kategorien, wie Unternehmensgröße, -typ oder -branche, da die Anforderungen an die zugrunde liegende Breitbandinfrastruktur je nach Segment stark voneinander abweichen.

Es ist zu erwarten, dass bei gewerblichen Nachfragern in den kommenden Jahren insbesondere die folgenden Anwendungsbereiche von Bedeutung sein werden, um die Potenziale der Digitalisierung auszuschöpfen:

- Big Data
- Cloud Computing
- M2M/Cyber-physische Systeme (CPS)
- E-Commerce
- Customer Relationship Management
- Enterprise Resource Planning
- VPN
- Videokommunikation
- Industrie 4.0
- Smart Farming
- E-Learning

Diese Anwendungen stellen hohe Ansprüche an Übertragungsraten und Qualität, die je nach Anwendung unterschiedlich ausgeprägt sind (siehe Tabelle 2-1).

²⁷ Vgl. Deutscher Bauernverband (2016): Situationsbericht 2015/16 – Digitalisierung in der Landwirtschaft, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bauernverband.de/36-digitalisierung-in-der-landwirtschaft>.

Tabelle 2-1: Anforderungen an Breitbanddienste

Anwendungskategorie	Hochbitratige Bandbreiten	Symmetrie	Paketverlust	Latenz
E-Commerce	++	++	0	0
ERP/CRM	+	+	+	+
Big Data	++	++	+	+
VPN	++	++	+	+
Cloud Computing	++	++	+	+
Industrie 4.0	+	+	++	++
Agrar 4.0	+	+	++	++
Smart Home	+	+	++	++
Hochauflösende Videokommunikation	++	++	++	++
E-Health/Telemedizin	++	++	++	++
E-Learning	++	+	+	+

- 0** = Geringe Bedeutung/Wichtigkeit
+ = Hohe Bedeutung/Wichtigkeit
++ = Sehr hohe Bedeutung/Wichtigkeit

Quelle: WIK.²⁸

Die Nachfrage wird dabei nicht nur durch Unternehmen getrieben, die zukünftige Anwendungen nutzen, sondern auch durch Unternehmen, die diese Anwendungen entwickeln. Für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen ist das Ausschöpfen der Digitalisierungspotenziale essentiell.

2.2.1 Intelligente Vernetzung

Neben den oben genannten branchen- und segmentspezifischen Anwendungen wird die Weiterentwicklung und optimierte Nutzung von wesentlichen Infrastrukturbereichen in einzelnen Sektoren an Bedeutung gewinnen.²⁹ Dies wird allgemein als *Intelligente Vernetzung* bezeichnet.³⁰

²⁸ Vgl. Wernick, C.; Strube Martins, S.; Bender, C. M.; Gries, C.-I. (2016): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland, Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, S. 21.

²⁹ Vgl. BMWi (2016): Initiative Intelligente Vernetzung, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Digitale-Welt/Initiative-Intelligente-Vernetzung/initiative.did=713670.html>.

³⁰ Als gängige Definition für den Begriff wird in Deutschland häufig diejenige der Fokusgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels verwendet: „Als intelligente Netze werden Lösungen bezeichnet, die netzbasiert eine Regelung oder Koordination unterschiedlichster technischer Geräte ermöglichen. Dies geschieht zumeist kontextbezogen und über einen automatisierten Austausch von Daten. Ziel ist es, komplexe Prozesse besser zu managen, die Effizienz zu steigern, Verbrauch und Erzeugung miteinander zu koppeln und damit Ressourcen zu schonen sowie weitere, neue vernetzte Anwendungen zu ermöglichen. Intelligente Netze beginnen/enden bei Sensoren/Aktoren, denen sie Daten entnehmen bzw. zuführen, werden über Kommunikationskanäle verschiedener, meist breitbandiger Accesstechnologien aggregiert und münden in zentralen Plattformen zur Speicherung bzw. Weiterverarbeitung über anwendungsbezogene Dienste.“, vgl. Arbeitsgruppe 2 des nationalen IT-Gipfels (2011): Digitale Infrastrukturen – Jahrbuch 2011/2012, S. 295, elektronisch verfügbar unter: <http://deutschland-intelligent-vernetzt.org/app/uploads/sites/4/2015/12/digitale-infrastrukturen-jahrbuch-ag-2.pdf>.

Im Rahmen der Digitalen Agenda der Bundesregierung wurden in Deutschland fünf Sektoren identifiziert, in denen noch deutliche Potenziale zur Digitalisierung und Intelligenz-ten Vernetzung bestehen: Bildung, Energie, Gesundheit, Verkehr und Verwaltung. In diesen sogenannten Basissektoren sollen Leistungssteigerungen, Effizienzgewinne und langfristiges Wachstum dadurch erzielt werden, dass

- vorhandene Infrastrukturen und Informationen systematisch digitalisiert werden,
- diese Sektoren untereinander (und mit weiteren) vernetzt werden,
- innovative Technologien und Anwendungen genutzt werden und
- eine starke Nutzerorientierung verfolgt wird.³¹

Exemplarisch sollen an dieser Stelle einzelne Entwicklungen und Trends in den Sektoren und übergreifend aufgezeigt werden, die maßgeblich die Entwicklung zu Netzen mit sehr hohen Übertragungsgeschwindigkeiten vorantreiben. Sektorübergreifend können vor allem Entwicklungen hin zu Anwendungen in den Bereichen Immersive Media und Taktiler Internet als Treiber hin zu hochleistungsfähigen Netzen identifiziert werden.

Immersive Media umschreibt Verfahren, bei denen die Wahrnehmung zwischen der Realität und virtuellen Welten verschwimmt. Häufig erfolgt dabei auch eine realitätsnahe Interaktion mit der virtuellen Realität. Gerade, wenn mehrere Personen an unterschiedlichen Standorten in einer virtuellen Umgebung zusammenkommen, sind hohe Bandbreiten und hohe Qualitätsparameter notwendig, um eine störungsfreie Nutzung des Dienstes zu gewährleisten.

Taktiler Internet erfährt vor allem bei solchen Anwendungen eine hohe Bedeutung, bei denen eine haptische Interaktion zwischen Mensch und Maschine besteht. Auch hierbei sind primär hohe Qualitätsparameter notwendig, da diese extrem niedrige Reaktionszeiten (z. T. nur eine Millisekunde) für derartige Anwendungen erfordern.

Im Sektor Gesundheit erfordern vor allem innovative Anwendungen im Bereich Telemedizin hohe Bandbreiten, u. a. Telemonitoring, Telekonsilen und telemedizinische Eingriffe. Auch wenn sich netzseitige Voraussetzungen bei den einzelnen Anwendungen z. T. sehr deutlich unterscheiden, so zeigt sich doch, dass gerade Anwendungen mit einem sehr hohen Ausmaß an Interaktivität und hohen Anforderungen an einen störungsfreien Ablauf in Echtzeit in der Regel hohe Bandbreiten benötigen. Dies betrifft gerade auch audiovisuelle Anwendungen und virtuelle Realitäten: Beispielsweise können virtuelle Hologramme und responsive Simulationen eines medizinischen Falls erschaffen werden, in denen Mediziner an verschiedenen Standorten in Echtzeit therapeutische Möglichkeiten und operative Eingriffe testen können.³²

³¹ Vgl. BMWi (2014): Eckpunkte für eine Strategie "Intelligente Vernetzung" – Mehr Leistung, höhere Qualität – Öffentliche Basissysteme optimieren, März 2014, Berlin.

³² Vgl. University of Cambridge (2014): Holographic diagnostics in medicine, elektronisch verfügbar unter: <https://www.sciencedaily.com/releases/2014/01/140122134146.htm>.

Im Bereich Bildung sind es vor allem Anwendungen im Bereich MOOC (Massive Open Online Courses), die hohe Anforderungen an die netzseitigen Qualitätsparameter stellen. Auch hier unterscheiden sich die Anforderungen abhängig von der spezifischen Ausgestaltung der Anwendung. Hohe Bandbreiten sind vor allem bei solchen Lösungen notwendig, bei denen eine hohe Interaktivität zwischen einzelnen Nutzern besteht und die sehr geringe Reaktionsraten und einen störungsfreien Ablauf erfordern. Auch in diesem Bereich sind dies audiovisuelle Anwendungen und virtuelle Lernumgebungen, in denen z. T. tausende von Endnutzern virtuell miteinander kommunizieren und interagieren können.³³

2.2.2 Connected Car

Connected Car stellt einen Ausschnitt der Digitalisierung und Intelligenten Vernetzung im Verkehrssektor dar, der sich nur mit Automobilen befasst. Derzeit beziehen sich fast alle Connected-Car-Dienste und -Anwendungen auf die Kommunikationsverbindung zwischen den Fahrzeugen und dem Backend des jeweiligen Fahrzeugherstellers (Car-to-Backend). Dagegen existieren bislang kaum Dienste, welche direkt auf die Kommunikationsverbindung zwischen Fahrzeug und Verkehrsinfrastruktur (Car-to-Infrastructure) sowie *direkt* zwischen Fahrzeugen (Car-to-Car) abzielen.³⁴

Das Spektrum der Dienste im Bereich Connected Car ist sehr weit. Es umfasst derzeit vor allem die drei übergeordneten Anwendungsbereiche:

- Sicherheitsrelevante Dienste (Anwendungen, die Daten und Informationen zum Zustand des Fahrzeugs und zu der Fahrsituation erheben und auswerten)
- Entertainment- und Informations-Dienste (Infotainment, Unterhaltung für die Passagiere innerhalb des Fahrzeugs)
- Dienste im Bereich Komfort (Anwendungen, welche das Fahren vereinfachen bzw. angenehmer gestalten)³⁵

Eine aktuelle Studie des WIK bemisst sowohl den Fahrzeugbestand mit Connected-Car-Systemen³⁶ in Deutschland als auch das Datenvolumen, das durch Connected Car entsteht: Seit der Einführung von Connected-Car-Systemen in den späten 2000er Jahren ist der Bestand stark angestiegen, so dass im Jahr 2012 erstmals die Millionengrenze überschritten wurde. Für das Jahr 2015 wird davon ausgegangen, dass etwa

³³ Vgl. Bonk, C.; Lee, M.; Reeves, T.; Reynolds, T. (2015): MOOCs and Open Education Around the World.

³⁴ Diejenigen Dienste, bei denen Fahrzeuge Informationen aus anderen Fahrzeugen erlangen, werden über Backends der Fahrzeughersteller realisiert.

³⁵ Vgl. Tenbrock, S.; Arnold, R. (2016): Die Bedeutung von Telekommunikation in intelligent vernetzten PKW, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 413, Bad Honnef.

³⁶ Connected-Car-Dienste, also derzeit Car-to-Backend-Dienste, werden Stand heute durch Mobilfunktechnologien realisiert. Voraussetzung für das Angebot von solchen Diensten ist daher eine SIM-Karte, die entweder im Fahrzeug fest verbaut ist, in einen dafür vorgesehenen Slot eingesteckt wird oder durch ein Device (Smartphone, Tablet) in das Fahrzeug gebracht und mit diesem verbunden wird.

4,6 Mio. Fahrzeuge über Connected-Car-Systeme verfügten. In den Jahren 2014 und 2015 lag ferner die Zahl der Neuzulassungen von Fahrzeugen mit solchen Systemen weit über der Millionengrenze.

Diese rasante Diffusion hat deutliche Auswirkungen auf das gesamte Datenvolumen, das durch die Dienste entsteht. Abhängig vom Grad der Nutzung³⁷ wird der gesamte Datenverbrauch für Deutschland für das Jahr 2015 auf 1,15 (schwache Nutzung) bis 5,58 Petabyte (starke Nutzung) geschätzt. Dabei entfiel ein Großteil auf Dienste im Bereich Infotainment, die ein Datenvolumen von 0,82 (schwache Nutzung) bis 4,91 Petabyte (starke Nutzung) generierten. Das Datenvolumen für andere Dienstekategorien (wie z. B. Navigationsdienste) lag jeweils deutlich niedriger.

Auch wenn das gesamte Datenvolumen weniger als 1% des Datenvolumens im gesamten Mobilfunkbereich³⁸ betrug, so waren in den letzten Jahren sehr hohe Wachstumsraten festzustellen und aufgrund der stetig zunehmenden Fahrzeugzahl ist in den nächsten Jahren mit weiteren starken Zuwächsen zu rechnen, so dass die Bedeutung im Hinblick auf das gesamte Datenvolumen im Mobilfunk ansteigen wird.

Hohe Qualitätsparameter in Bezug auf niedrige Latenzzeiten sind vor allem bei sicherheitsrelevanten Diensten notwendig. Falls fahrzeuginterne Sensoren eine unmittelbare Gefahrensituation (Straßenschäden, Blitzeis, Hindernisse auf der Fahrbahn etc.) feststellen, ist eine Übersendung an das Hersteller-Backend und von dort aus weiter an Fahrzeuge in der unmittelbaren Umgebung von enormer Wichtigkeit.³⁹

Gerade dünn besiedelte Gebiete weisen aber nur eine durchschnittliche Autobahnabdeckung mit leistungsfähigen Mobilfunkdiensten auf.⁴⁰ Sowohl der stetig wachsende Datenbedarf als auch die Notwendigkeit von sehr geringen Latenzzeiten verdeutlichen die Ansprüche, die innovative Connected-Car-Dienste an die Mobilfunknetze haben. Gerade die Einführung von 5G-Netzen, die deutlich höhere Bandbreiten ermöglichen und sehr geringe Latenzzeiten aufweisen, kann die Entwicklung und Umsetzung von immer hochwertigeren Connected-Car-Diensten befähigen.

³⁷ Bei der Schätzung wurden verschiedene Nutzungsszenarien zugrunde gelegt.

³⁸ Vgl. Bundesnetzagentur (2015): Jahresbericht 2015, Wettbewerb fördern. Netze ausbauen. Verbraucherinnen und Verbraucher schützen. Elektronisch verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2016/Jahresbericht2015.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

³⁹ Vgl. Tenbrock, S.; Arnold, R. (2016): Die Bedeutung von Telekommunikation in intelligent vernetzten PKW, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 413, Bad Honnef.

⁴⁰ Vgl. Fraunhofer IAO (2015): Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen – Industriepolitische Schlussfolgerungen – Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, November 2015, Berlin, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/H/hochautomatisiertes-fahren-auf-autobahnen,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, Ein Problem ist in diesem Zusammenhang auch das „Hard-Handover“-Verfahren bzw. das „Break-before-Make“-Prinzip, bei dem zunächst die Verbindung zur alten Funkzelle abgebrochen wird, bevor der Kontakt zur neuen Funkzelle hergestellt wird. Derartige Verbindungsunterbrechungen können sich gefahrensteigernd auswirken, gelten jedoch als technisch lösbar.

Eine besondere Rolle im Rahmen der Connected-Car-Dienste spielt das automatisierte und autonome Fahren.⁴¹ Hierbei erfolgt eine Kommunikation der Fahrzeuge untereinander nicht mehr über das Backend der Hersteller, sondern direkt. Auch wenn diese Technologien in der Theorie bereits als technisch sicher angesehen werden, müssen vor einer großflächigen Markteinführung noch zahlreiche offene rechtliche Fragen (wie z. B. haftungsrechtliche Fragestellungen) geklärt werden.⁴²

Gerade für die Kommunikation der Fahrzeuge untereinander sind sehr geringe Latenzzeiten erforderlich. Beispielsweise müssen bei einer Vollbremsung und einem Stauende nachfolgende Fahrzeuge sofort die betreffende Information erhalten und entsprechende Fahrmanöver einleiten können. Für Car-to-Car-Kommunikation wurde der WLAN-Standard IEEE 802.11p entwickelt, der Daten innerhalb von Millisekunden über Entfernungen von 500 m versenden und mittels Multi-Hopping sukzessive noch weitere Distanzen überbrücken kann.

Es wird davon ausgegangen, dass hochautomatisiertes und autonomes Fahren einen stark ansteigenden Datenbedarf hervorruft, der noch weiter dadurch verstärkt wird, dass sich die Passagiere fahrfremden Tätigkeiten (z. B. Unterhaltungsdiensten) zuwenden können, die das Datenvolumen noch weiter erhöhen. Daher wird der Wechsel zu 5G-Netzen und der Ausbau der Mobilfunknetze entlang von Fernstraßen als wichtige Maßnahme für die Vorbereitung von hochautomatisierten und autonomen Fahrzeugen gesehen.⁴³

2.2.3 Smart Farming

Auch die Marktstrukturen und Rahmenbedingungen im landwirtschaftlichen Sektor haben sich grundlegend verändert: Durch das sogenannte „Precision Farming“, die zielgerichtete und ortsdifferenzierte Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Flächen, können die Kosten dieses arbeits- und ressourcenintensiven Sektors erheblich reduziert und kann die Effizienz gesteigert werden.⁴⁴

Landwirte nutzen hierbei verstärkt und systematisch Daten, die z. B. durch Sensoren in den Feldern oder Fahrzeugen (Traktoren, Mähdreschern) erhoben werden. Zusätzlich können Landwirte auf externe Datenquellen zugreifen, z. B. auf wetter- und klimabasierte Informationen und Daten zu Schädlingen und Pflanzenkrankheiten. Ebenso können

⁴¹ Hierbei können verschiedene Grade der Automatisierung bzw. Abstufungen bei der Eigenständigkeit eines Fahrzeugs differenziert werden. Vgl. Bundesregierung (2015): Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren, September 2015, Berlin.

⁴² Vgl. Tenbrock, S.; Arnold, R. (2016): Die Bedeutung von Telekommunikation in intelligent vernetzten PKW, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 413, Bad Honnef.

⁴³ Vgl. Fraunhofer IAO (2015): Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen – Industriepolitische Schlussfolgerungen – Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, November 2015, Berlin, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/H/hochautomatisiertes-fahren-auf-autobahnen.property=pdf.bereich=bmwi2012.sprache=de.rwb=true.pdf>.

⁴⁴ Teilweise wird auch der Begriff des „Computer-Aided Farming (CAF)“ verwendet.

teilweise öffentliche Geo-Daten genutzt werden, beispielsweise topografische Informationen zur Bodenbeschaffenheit, Hangneigung und zum Wassergehalt.⁴⁵

Die Weiterentwicklung der Landwirtschaft zu Smart-Farming-Lösungen ist als Antwort auf verschiedene Herausforderungen zu verstehen, mit denen sich die Akteure im Landwirtschaftssektor nicht nur in Deutschland, sondern weltweit, auseinandersetzen müssen: Einerseits ist dies ein steigender Bedarf an (Grund-)Nahrungsmitteln, andererseits soll dieser Bedarf aber umweltschonend und ressourcenfreundlich gelöst werden und Landwirte sollen Anforderungen an die Lebensmittelsicherheit berücksichtigen.⁴⁶ In Deutschland werden laut einer Studie des Bundesverbands Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (Bitkom) und des Deutschen Bauernverbands (DBV) von einer breiten Mehrheit der über 500 Befragten die niedrigen Erzeugerpreise, ausländische Wettbewerber und die abnehmende Nachfrage des Auslands als Herausforderungen für die hiesige Landwirtschaft erachtet.⁴⁷

Für Landwirte steht mittlerweile ein breites Portfolio an intelligenten Systemen und Lösungen bereit, mit denen Smart Farming bzw. Precision Farming umgesetzt werden kann. Dies umfasst auch den Einsatz von teilautonomer und autonomer Robotik- und Drohnentechnologie.⁴⁸ Die Studie des Bitkom und DBV kommt zu dem Ergebnis, dass Digitalisierung und Vernetzung in der Landwirtschaft von etwa zwei Dritteln der Befragten als Chance und nur von etwa einem Achtel als Risiko erachtet wird. Als wichtigste Vorteile werden eine steigende Ressourceneffizienz (88%), eine umweltschonendere Produktion (86%), Kostensenkungen (75%) und Qualitätsverbesserungen der Produkte (67%) angesehen.

In etwa 53% der befragten landwirtschaftlichen Betriebe sind digitale Anwendungen bereits implementiert, in weiteren 30% der Betriebe ist ein Einsatz in Planung oder wird diskutiert. Über 40% der landwirtschaftlichen Betriebe gehen davon aus, dass bis 2030 fahrerlose Traktoren und Mähdrescher, autonome Feldroboter und autonome Drohnen (sehr) weit verbreitet sein werden.⁴⁹

Die Breitbandversorgung mit hohen Übertragungsgeschwindigkeiten und hohen Qualitätsparametern ist bei der Nutzung von hochwertigen Diensten im Bereich Smart Farming unerlässlich. Dies sind insbesondere solche Dienste, bei denen sehr große Datenmengen übertragen werden und deren Nutzung in Echtzeit störungsfrei erfolgen

⁴⁵ Vgl. Deutscher Bauernverband (2016): Landwirtschaft 4.0 – Chancen und Handlungsbedarf, Positionspapier des Deutschen Bauernverbandes von September 2016, elektronisch verfügbar unter: www.bauernverband.de/mediaarchiv/grab_pic_chris.php?id=661106.

⁴⁶ Vgl. Poppe, K. J.; Wolfert, S.; Verdouw, C.; Verwaart, T. (2013): Information Integration in Multi-dimensional Agri-Food Supply Chain Networks: a Service-Oriented Approach, in: Eurochoices, Volume 12 (1), pp. 60-65.

⁴⁷ Vgl. Bitkom/DBV (2016): Rasante Digitalisierung im Stall und auf dem Acker, Pressemitteilung, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Rasante-Digitalisierung-im-Stall-und-auf-dem-Acker.html>.

⁴⁸ Vgl. Ruckelshausen, A.; Rahe, F. (2010): Selbstständige Helfer, in: Neue Landwirtschaft 21 (6), S. 40-42.

⁴⁹ Vgl. Bitkom/DBV (2016): Rasante Digitalisierung im Stall und auf dem Acker, Pressemitteilung, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Rasante-Digitalisierung-im-Stall-und-auf-dem-Acker.html>.

muss. Geringe Latenzzeiten sind vor allem dann notwendig, wenn mehrere Maschinen eng miteinander verbundene Arbeitsprozesse vornehmen und direkt aufeinander reagieren müssen, um Unfälle oder Ausfälle zu vermeiden. Ebenso sind Latenzzeiten u. a. dann von Relevanz, wenn z. B. Fahrzeuge (teil-)automatisiert eine Bewirtschaftung von Flächen vornehmen und in Echtzeit auf Hindernisse, wie z. B. Tiere im Feld oder Metallteile auf und im Boden, reagieren müssen. Auch der Drohneneinsatz zur Wildrettung ist an technische Erfordernisse, wie hochauflösende Bilder und eine Übertragung in Echtzeit, geknüpft.⁵⁰

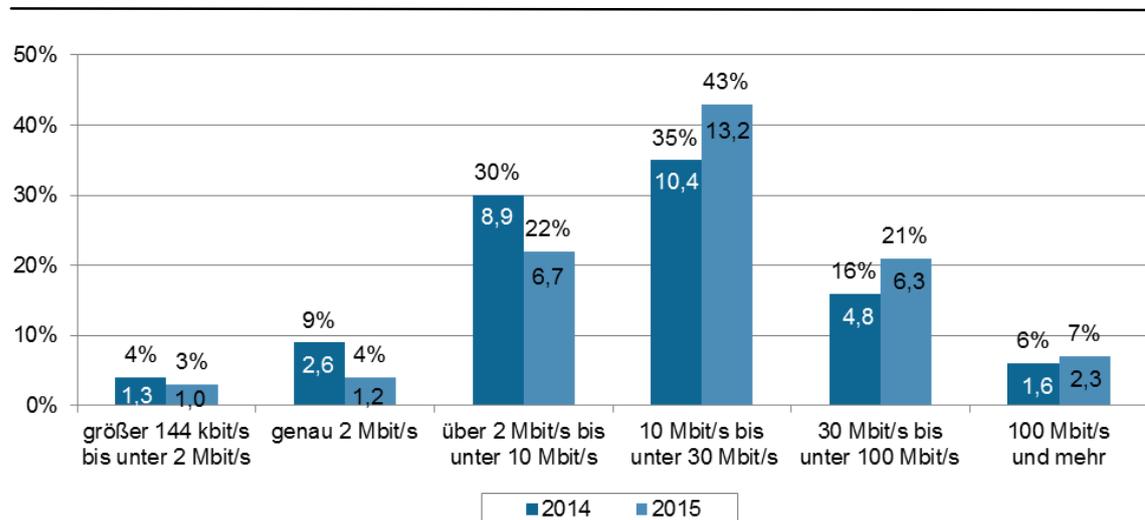
Die Daten aus der Studie des Bitkom und DBV legen nahe, dass in der Landwirtschaft Anwendungen im Bereich der Digitalisierung und Intelligenten Vernetzung in Zukunft noch intensiver eingesetzt werden. Da der Detailgrad der Dienste – beispielsweise die Bewirtschaftung von einzelnen Pflanzen – immer weiter voranschreitet und stetig mehr kommunizierende Infrastruktur eingesetzt wird, steigen die Anforderungen an die zugrunde liegenden Breitbandnetze. Für die Landwirtschaft ist daher ein schneller und in der Fläche weitreichender Ausbau von hochleistungsfähigen Netzen von hoher Bedeutung.

2.3 Private Nachfrage

Steigende Bandbreitenbedarfe beschränken sich nicht auf das gewerbliche Segment, sondern betreffen auch das Geschäft mit Privatkunden. In den letzten Jahren ist zu beobachten, dass die durch Privathaushalte nachgefragten Bandbreiten, dort, wo hochbitratige Produkte vermarktet werden, kontinuierlich steigen (vgl. Abbildung 2-2).

⁵⁰ Vgl. Deutscher Bauernverband (2016): Landwirtschaft 4.0 – Chancen und Handlungsbedarf, Positionspapier des Deutschen Bauernverbandes von September 2016, elektronisch verfügbar unter: www.bauernverband.de/mediaarchiv/grab_pic_chris.php?id=661106.

Abbildung 2-2: Anteile genutzter Bandbreitenklassen an leitungsgebundenen Breitbandanschlüssen (2014-2015)*



* Absolutzahlen innerhalb der Balken Mio.

Quelle: WIK⁵¹.

Wichtige Erkenntnisse über die Breitbandnachfrage lassen sich insbesondere aus den Geschäftszahlen der Kabelnetzbetreiber gewinnen, da die Kunden hier nicht vergleichbaren Bandbreitenrestriktionen wie bei den Anbietern unterliegen, die hauptsächlich auf Kupfernetze setzen. Diese vermarkten inzwischen in weiten Teilen ihrer Ausbauggebiete Anschlüsse mit Bandbreiten von bis zu 400 Mbit/s im Download. Diese werden auch tatsächlich nachgefragt.

Unter den Neukunden von Unitymedia betrug der Anteil derjenigen, die ein Produkt mit mehr als 120 Mbit/s im Download bestellt haben, im zweiten Quartal 2016 mehr als 80 %.⁵² Auch bei Vodafone haben sich im dritten Quartal über 30% aller Kabel-Neukunden für Geschwindigkeiten von 200 Mbit/s und mehr entschieden.⁵³ Im Breitbandkabelnetz nutzten Ende 2015 30% aller Endkunden Internet-Anschlüsse, die mehr als 100 Mbit/s bereitstellen (vgl. Abbildung 2-3).

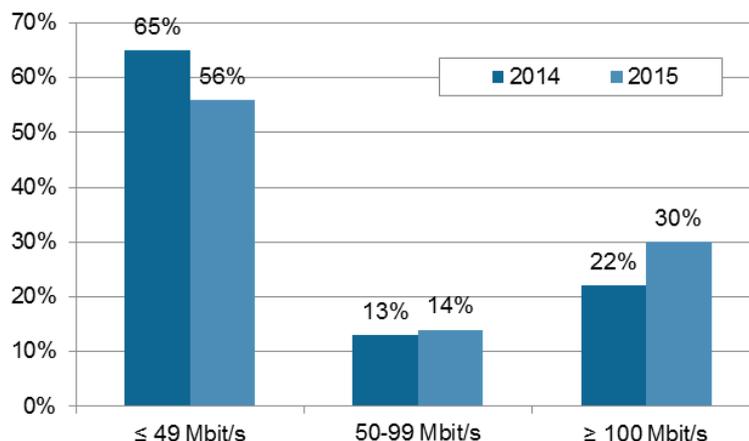
⁵¹ Eigene Darstellung basierend auf Daten aus: Bundesnetzagentur (2016): Jahresbericht 2015, Wettbewerb fördern. Netze ausbauen. Verbraucherinnen und Verbraucher schützen. S. 50, elektronisch verfügbar unter:

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publicationen/Berichte/2016/Jahresbericht2015.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

⁵² Vgl. Liberty Global (2016): Second Quarter 2016 Fixed Income Release, Pressemitteilung vom 4. August 2016, elektronisch verfügbar unter: <http://www.libertyglobal.com/pdf/fix-income/unity-media-Fixed-Income-Q2-2016-Report-FINAL.pdf>.

⁵³ Vgl. Vodafone (2016): Vodafone weiter mit gutem Umsatzwachstum, Pressemitteilung vom 15. September 2016, elektronisch verfügbar unter: <http://www.vodafone.de/unternehmen/presse/pressearchiv2016-408103.html>.

Abbildung 2-3: Anteile genutzter Bandbreitenklassen im Breitbandkabelnetz (2014-2015)



Quelle: WIK.⁵⁴

Allgemein wird davon ausgegangen, dass Gaming und Bewegtbild-Anwendungen die Haupttreiber für die Nachfrage nach hohen Bandbreiten darstellen.⁵⁵

2.3.1 Gaming und Virtual Reality

Gaming bezieht sich üblicherweise auf die Nutzung von Computer- und Videospiele. ⁵⁶ Neben dem Verkauf von Computer- und Videospiele für stationäre Spielekonsolen, mobile Handhelds, PCs, Smartphones und Tablet-Computer spielen Abonnements für Online- und Browser-Spiele sowie für Mikrotransaktionen mit virtuellen Gütern und Zusatzinhalten zunehmend eine Rolle. Abonnements und Mikrotransaktionen bieten Entwicklern von Spielen die Möglichkeit, Spiele dauerhaft weiterzuentwickeln und neue Inhalte bereitzustellen, und führen zu einem Wandel in der Nutzung von Spielen, die dadurch dynamischer wird. Im Jahr 2015 machten Abonnements und Mikrotransaktionen ca. 36% des Umsatzes von 1,99 Mrd. € auf dem Markt für Computer- und Videospiele in Deutschland aus.⁵⁷

⁵⁴ Eigene Darstellung basierend auf Daten aus: ANGA (2016): Das deutsche Breitbandkabel 2016, elektronisch verfügbar unter: http://www.anga.de/media/file/937.Anga_Factsheets-BB-online-02.pdf.

⁵⁵ Vgl. z. B. BEREC (2016): Challenges and drivers of NGA rollout and infrastructure competition, BoR (16), 171, elektronisch verfügbar unter: http://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/6488-berec-report-challenges-and-drivers-of-nga-rollout-and-infrastructure-competition.

⁵⁶ Der Begriff beinhaltet z. B. in Großbritannien auch das Gambling, also das Glücksspiel. Vgl. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/gaming> sowie <http://www.businessdictionary.com/definition/gaming.html>.

⁵⁷ Vgl. BIU (2016): Jahresreport der Computer- und Videospielebranche in Deutschland 2016, S. 9 f., elektronisch verfügbar unter: https://www.biu-online.de/wp-content/uploads/2016/07/BIU_Jahresreport_2016.pdf.

Die Anforderungen von Gaming an die TK-Infrastruktur sind eng verknüpft mit der Entwicklung hochauflösender grafischer Darstellungen und virtueller Welten (Virtual Reality) sowie mit der zunehmenden Bedeutung der Vernetzung von online gemeinsam spielenden Nutzern.

Virtual Reality ist das nächste Level der 3D-Simulation und bezeichnet simulierte Umgebungen, „die der Nutzer mit Hilfe von speziell dafür entwickelten VR-Brillen direkt aus seiner eigenen Perspektive und nicht mehr nur statisch auf einem Bildschirm wahrnimmt. In Kombination mit Bewegungssensoren ermöglicht dies die Erkundung von 3D-Welten durch eigene Kopf- und Körperbewegungen, demgemäß auf eine natürliche und unmittelbare Art und Weise.“⁵⁸ Virtual Reality Anwendungen haben hohe Anforderungen an Bandbreite und Latenz. Die Übertragung eines realistischen Bildes, z. B. in der Produktentwicklung, generiert schnell hunderte Megabyte. Je kleiner die Hardware ist, die genutzt wird, desto mehr Informationen müssen dann aus der Cloud bezogen werden, was die Anforderungen an die Bandbreite weiter erhöht.⁵⁹

Gaming ist, wie bereits erwähnt, nicht nur geprägt durch die individuelle Nutzung von Gaming-Angeboten im Internet, sondern durch die Vernetzung der Spieler über das Internet. Beispielsweise werden eSport-Turniere⁶⁰ in Event-Hallen veranstaltet und die Wettkämpfe im Internet übertragen. Das League of Legends Turnier im Jahr 2015 hatte 14 Millionen Zuschauer gleichzeitig.⁶¹ Daher bedarf „die Zukunftstechnologie des Streamens von Spielen aus der Cloud auf die Endgeräte der Nutzer einer ständigen Internetverbindung, die zuverlässig, breitbandig und latenzfrei ist. Das Wachstum der Branche ist maßgeblich vom schnellen Ausbau einer leistungsfähigen digitalen Infrastruktur abhängig.“⁶² Bereits heute sind zahlreiche Virtual Reality Spiele veröffentlicht worden oder sie befinden sich in der Entwicklung. Die Auswahl reicht von Sportspielen über Weltraum-Simulationen bis hin zu kreativen Mal- und Musikspielen.⁶³

Die Nutzung von Virtual Reality Anwendungen stößt bei einem hohen Anteil der Bevölkerung auf Interesse. So hat eine Befragung des Bitkom im Jahr 2015 ergeben, dass sich jeder fünfte Bundesbürger (20 Prozent) ab 14 Jahren vorstellen kann, eine VR-Brille zu nutzen. Das entspricht circa 14 Millionen potenziellen Anwendern.⁶⁴

⁵⁸ <https://www.biu-online.de/themen/virtual-reality-vr/>.

⁵⁹ Vgl. IW-Consult (2016): Der Weg in die Gigabitgesellschaft, wie Netzausbau zukünftige Innovationen sichert, S. 67, elektronisch verfügbar unter:

<http://www.vodafone-institut.de/wp-content/uploads/2016/07/studie-lange-version.pdf>; sowie ANGA (2016), Das Breitbandkabel auf dem Sprung zur Gigabit-Infrastruktur, S. 4, elektronisch verfügbar unter: http://www.anga.de/media/file/965.BR-DOCSIS_3.1-final_online.pdf.

⁶⁰ „eSports: Abkürzung für „elektronischer Sport“ bezeichnet den professionellen, kompetitiven Wettstreit in Computer- und Videospiele, on- oder offline, alleine oder im Team.“ BIU (2016): eSports, elektronisch verfügbar unter: https://www.biu-online.de/wp-content/uploads/2016/04/20160408_BIU-eSports.pdf.

⁶¹ Vgl. BIU (2016): eSports, elektronisch verfügbar unter:

https://www.biu-online.de/wp-content/uploads/2016/04/20160408_BIU-eSports.pdf.

⁶² BIU (2015): Positionspapier Agenda 2020: für eine starke Computer- und Videospielebranche in Deutschland, S. 22, elektronisch verfügbar unter: https://www.biu-online.de/wp-content/uploads/2015/06/20150608_BIU_Positionspapier_F%C3%B6rderung_Standort_Deutschland.pdf.

⁶³ Vgl. <https://www.biu-online.de/themen/virtual-reality-vr/>.

⁶⁴ Vgl. Deloitte; Bitkom (2015): Zukunft der Consumer Electronics – 2015 Marktentwicklung, Schlüsselrends, Mediennutzung Konsumentenverhalten, Neue Technologien, S. 18, elektronisch verfügbar unter: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/technology-media-telecommunications/CE_Studie_2015.pdf.

2.3.2 Medien und Entertainment

Zum Bereich Medien und Entertainment gehören vielfältige Angebote, z. B. aus dem Bereich Fernsehen, Radio sowie Printmedien.⁶⁵ Als Haupttreiber der Bandbreitennachfrage gelten Dienste wie IPTV, Streaming und Video-Downloads, die bereits heute für einen Großteil des Datenvolumens verantwortlich sind.⁶⁶ Cisco schätzt, dass 2020 Videoanwendungen 83% des Datenvolumens in Deutschland ausmachen werden. 2015 entfielen 68% des Datenvolumens auf Videoanwendungen.⁶⁷

Der TV-Konsum verlagert sich immer stärker von der herkömmlichen Rundfunk- oder IPTV-Übertragung auf Videostreaming und Downloads aus dem Internet.⁶⁸ Während Fernsehen heutzutage auf der Grundlage von HD- und 4K-Technologien angeboten wird, wird zukünftig mit progressiven Verfahren wie 8K und Hologrammen gerechnet. Insbesondere im Bereich progressives TV ist eine starke Zunahme der erforderlichen Bandbreiten zu erwarten. Virtuelle Welten und Hologramme im Medienbereich können nur unter hohen Echtzeitanforderungen übertragen werden.

Die Anforderungen an Bandbreitenanschlüsse werden nicht nur durch die zugrunde liegende Technologie beeinflusst, sondern auch dadurch, dass auch beim Medienkonsum immer mehr Endgeräte genutzt werden, vom Tablet über Smart TV, PC und vernetzte Konsolen.⁶⁹

2.3.3 Die Entwicklung der privaten Bandbreitennachfrage

Auf der Grundlage des WIK-Marktpotenzialmodells hat das WIK eine Schätzung über die Bandbreitennachfrage von Privathaushalten im Jahr 2025 erstellt.⁷⁰ Diese basiert u. a. auf den genutzten Anwendungen und deren Anforderungen an Übertragungsgeschwindigkeiten und Qualität. Es wird unterstellt, dass im Jahr 2025 die folgenden Anwendungen für private Nutzer relevant sein werden:

- Basic Internet
- Home Office/VPN

⁶⁵ Medien „ist ein Sammelbegriff für alle audiovisuellen Mittel und Verfahren zur Verbreitung von Informationen, Bildern, Nachrichten etc. Zu den Massen-Medien zählen insbesondere die Presse (Zeitungen, Zeitschriften), der Rundfunk (Hörfunk, Fernsehen) und das Internet.“
<http://www.bpb.de/nachschlagen/lexika/politiklexikon/17833/medien>.

⁶⁶ Vgl. Cisco (2016): The Zettabyte Era: Trends and Analysis, White Paper, Juli 2016, elektronisch verfügbar unter: <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/vni-hyperconnectivity-wp.pdf> sowie <https://www.sandvine.com/downloads/general/global-internet-phenomena/2015/global-internet-phenomena-report-apac-and-europe.pdf> und <http://winfuture.de/news.90172.html>.

⁶⁷ Vgl. VNI Forecast Highlights von Cisco, elektronisch verfügbar unter: http://www.cisco.com/c/m/en_us/solutions/service-provider/vni-forecast-highlights.html#.

⁶⁸ Vgl. BCG/Liberty Global (2016): The Value of Content, S. 43 ff., elektronisch verfügbar unter: <https://www.libertyglobal.com/pdf/public-policy/The-Value-of-Content-Digital.pdf>.

⁶⁹ Vgl. BCG/Liberty Global (2016): The Value of Content, S. 48 ff., elektronisch verfügbar unter: <https://www.libertyglobal.com/pdf/public-policy/The-Value-of-Content-Digital.pdf>.

⁷⁰ Vgl. Strube Martins, S.; Wernick, C.; Plückerbaum, T.; Henseler-Unger, I. (2016): Die Privatkundennachfrage nach hochbitratigem Breitbandinternet im Jahr 2025, WIK Working Paper, Bad Honnef, 2016.

- Medien und Entertainment wie konventionelles TV in UltraHD (4K)/3D-Qualität, digitales Radio und Streaming-Dienste
- Progressives Entertainment wie 8K Fernsehen, Hologramme etc.
- Kommunikation
- Videokommunikation
- E-Gaming
- E-Health
- E-Home/E-Facility

Diese Anwendungen haben spezifische Anforderungen an Übertragungsgeschwindigkeit und an die Qualität von TK-Netzen (vgl. Tabelle 2-2).

Tabelle 2-2: Anwendungskategorien und Anforderungen

Anwendungskategorie	Downstream (Mbit/s)	Upstream (Mbit/s)	Paketverlust	Latenz
Basic Internet	≈20	≈16	o	o
Homeoffice/VPN	≈250	≈250	+	+
Cloud Computing	≈250	≈250	+	++
Konventionelles TV (4K/Ultra-HD)	≈90	≈20	++	+
Progressives TV (8K/...)	≈300	≈60	++	+
Kommunikation	≈8	≈8	++	+
Videokommunikation (HD)	≈25	≈25	++	++
Gaming	≈300	≈150	++	++
E-Health	≈50	≈50	++	+
E-Home/E-Facility	≈50	≈50	o	o
Mobile-Offloading	≈15	≈12	o	o

- o = Geringe Bedeutung/Wichtigkeit
- + = Hohe Bedeutung/Wichtigkeit
- ++ = Sehr hohe Bedeutung/Wichtigkeit

Quelle: WIK.⁷¹

Nach derzeitigem Erkenntnisstand wird die Bandbreitennachfrage nicht durch eine einzige Killerapplikation angetrieben, sondern vielmehr durch die Summe der genutzten Anwendungen.

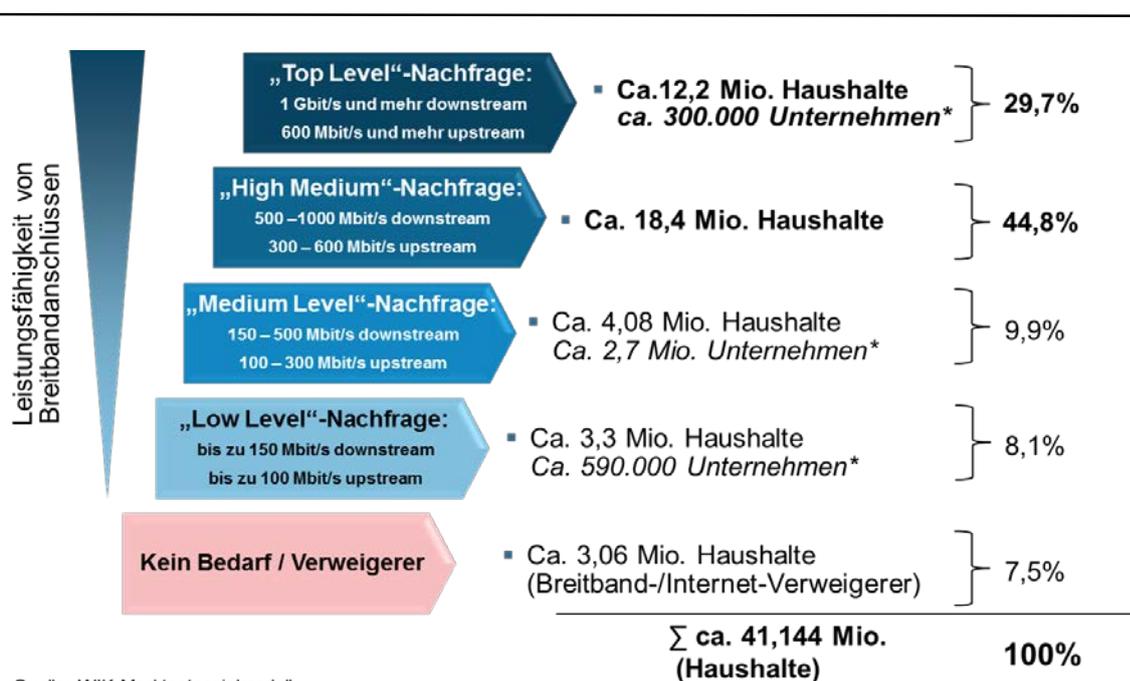
Im Rahmen des Marktpotenzialmodells werden diese Anwendungen verschiedenen Nutzertypen zugeordnet. In einem letzten Schritt erfolgt eine Aggregation der Nutzertypen, um die Bandbreitenbedarfe je Haushalt zu identifizieren.

⁷¹ Vgl. Strube Martins, S.; Wernick, C.; Plückerbaum, T.; Henseler-Unger, I. (2016): Die Privatkundennachfrage nach hochbitratigem Breitbandinternet im Jahr 2025, WIK Working Paper, Bad Honnef, 2016.

Im Ergebnis wird eine Peak-Bandbreitennachfrage generiert, womit sich das Marktpotenzialmodell an der Logik der Netzplanung orientiert, die ihre Netzinfrastrukturen ebenfalls an den Bedürfnissen während der Hauptlastphasen ausrichtet.

Das Modell weist aus, dass im Jahr 2025 der Bedarf an Bandbreite und Qualität von mehr als 75% aller Haushalte nur mit Gigabitnetzen erfüllt werden kann (siehe Abbildung 2-4). Dieser Anteil bleibt auch innerhalb der Sensitivitätsanalysen, die im Rahmen der Studie durchgeführt wurden, konstant.

Abbildung 2-4: Bandbreitennachfrage von Privathaushalten in 2025*



Quelle: WIK.⁷²

Die hohe Wahrscheinlichkeit, dass in 2025 entsprechende Bandbreiten benötigt werden, unterstreichen aktuelle Entwicklungen in Südkorea. Hier befinden sich bereits heute Dienste in der Entwicklung, die Bandbreiten von 1 Gbit/s benötigen und die zur Winterolympiade 2018 in PyeongChan bereits verfügbar sein sollen. Hierbei handelt es sich um Live-Streaming von VR-Welten, in denen man sich mit VR-Brille frei bewegen kann, sowie um Hologramme für entsprechende Projektoren.⁷³

⁷² Vgl. Strube Martins, S.; Wernick, C.; Plückebaum, T.; Henseler-Unger, I. (2016): Die Privatkundennachfrage nach hochbitratigem Breitbandinternet im Jahr 2025, WIK Working Paper, Bad Honnef, 2016.

⁷³ Vgl. Teltarif (2016): Südkorea: Gigabit für alle! Elektronisch verfügbar unter: <https://www.teltarif.de/gigabit-korea-telecom/news/66252.html>.

3 Was sind Gigabitnetze?

Kernaussagen:

- Gigabitnetze müssen verschiedene Qualitäts- und Bandbreitenanforderungen erfüllen:
 - Gigabitgeschwindigkeiten
 - auch für Nutzer, die sich weiter entfernt von den Fiber Nodes, KVz, APLs, DPs oder Funkzellen befinden
 - auch bei paralleler Nutzung mehrerer Teilnehmer im Shared Medium
 - Symmetriefähigkeit
 - Geringe Latenzzeiten
 - Geringe Paketverlustraten
 - Skalierbarkeit
- Je nach Anwendungsart und Nutzungsszenario wird sich die Relevanz der Parameter unterscheiden.
- Die Gigabitnetzinfrastruktur der Zukunft wird heterogen sein:
 - FTTH-Netze erfüllen die Anforderungen an Gigabitnetze.
 - HFC-Netze werden durch DOCSIS 3.1 und Full Duplex voraussichtlich ebenfalls die Anforderungen erfüllen.
 - 5G bietet Potenzial, dass auch Funklösungen gigabitfähig werden.

Eine Konkretisierung und Schärfung des Begriffs Gigabitnetze ist erforderlich, um ein klares Anforderungsprofil zu entwickeln, auf dessen Basis Empfehlungen für Politik, Förderung und Regulierung abgeleitet werden können.

Zur genaueren Begriffsbestimmung und Bedarfsformulierung werden in diesem Kapitel Übertragungstechnologien aus Sicht der Qualitäts- und Bandbreitenanforderungen dargestellt. Neben der maximalen im Down- und Upload übertragbaren Bandbreite muss berücksichtigt werden, ob ein Netzwerk in der Lage ist, bei gleichzeitiger Nutzung datenintensiver Dienste durch mehrere Haushalte und Anschlüsse hohe Geschwindigkeiten zu liefern. Um dies gewährleisten zu können, muss ausreichend Kapazität sowohl im Backbone bzw. Backhaul als auch im Anschlussnetz zur Verfügung stehen. Da die Technologien im Wesentlichen auf Glasfaser als Backbone setzen und dies keine Differenzierung zwischen den Technologien darstellt, wird sich folgend nur auf die Kapazität der Anschlussnetze bezogen.

Darüber hinaus ergeben sich aus Anwendungs-, Nachfrage- und gesamtwirtschaftlicher Perspektive weitere Qualitätsanforderungen, insbesondere:

- Symmetriefähigkeit zur Befriedigung der Geschäftskundennachfrage,
- Gigabitgeschwindigkeiten auch für Haushalte, die sich weiter entfernt von den Fiber Nodes, KVz, APLs, DPs oder Funkzellen befinden,
- geringe Latenzzeiten und
- geringe Paketverlustraten.

Es wird ein Überblick der breitbandigen Übertragungstechnologien und deren Charakteristika gegeben. Hier kann grundsätzlich zwischen kabelgebundenen und drahtlosen Technologien unterschieden werden⁷⁴. Als leitungsgebundene Technologien werden FTTB/H, HFC sowie xDSL, aufseiten der Funklösungen LTE und 5G betrachtet. Gleichzeitig werden zu erwartende technologische Weiterentwicklungen diskutiert.

3.1 Leitungsgebundene Übertragungstechnologien

3.1.1 FTTB/H-Technologien

Über Glasfaseranschlüsse auf Basis von FTTB/H können stabile Übertragungsgeschwindigkeiten von über 1 Gbit/s bis in den Terabit-Bereich realisiert werden. Das Verhältnis zwischen Up- und Downloadraten kann dabei sowohl symmetrisch als auch asymmetrisch gestaltet werden. FTTB/H-Netze sind kaum störanfällig durch äußere Einflüsse und weisen aufgrund geringerer Dämpfung sehr große Reichweiten (von bis zu mehreren hundert Kilometern) in der Datenübertragung auf.

Aus technologischer Sicht stellen FTTB/H-Lösungen die leistungsfähigsten Breitbandzugänge dar. FTTH kann dabei in verschiedenen Netzarchitekturen ausgebaut werden (im Wesentlichen P2P, GPON).⁷⁵ Bei P2P verfügt jeder Haushalt oder jedes Gewerbe über eine eigene dezidierte Glasfaser vom HVT bis zum APL (FTTB) bzw. zum Kundenanschluss (FTTH). Bei GPON hingegen führen Glasfasern zu einem GPON Splitter. Dieser teilt die Signale auf Glasfasern auf, die zu den Kundenanschlüssen führen. Der Splitter ist ein passives Bauteil und teilt die Signale daher nicht auf die einzelnen Glasfasern auf. Infolgedessen teilen sich die Anschlüsse, die an denselben GPON Splitter angeschlossen sind, die Bandbreite. Die GPON Architektur ist im Vergleich zu P2P kostengünstiger im Ausbau und Betrieb.

⁷⁴ Für detailliertere Beschreibungen der Zugangstechnologien im NGN gibt es zahlreiche technische Quellen. Vgl. für eine ausführliche Bewertung Nett, L.; Jay, S. (2014): Entwicklung dynamischer Marktszenarien und Wettbewerbskonstellationen zwischen Glasfasernetzen, Kupfernetzen und Kabelnetzen in Deutschland, WIK-Diskussionbeitrag Nr. 388, Bad Honnef.

⁷⁵ Vgl. FTTH Council (2013): New FTTH-based Technologies and Applications, White Paper by the Deployment and Operations Committee, elektronisch verfügbar unter: http://www.ftthcouncil.eu/documents/Publications/DandO_White_Paper_2014.pdf; Hoernig, J.; Neumann, K.-H.; Peitz, M.; Plückerbaum, T.; Vogelsang, I. (2010): Architectures and competitive models in fibre networks, Studie im Auftrag von Vodafone, Dezember 2010, elektronisch verfügbar unter: https://www.vodafone.com/content/dam/vodafone/about/public_policy/position_papers/vodafone_report_final_wkconsult.pdf.

Während FTTB die Inhausanbindung mittels Kupferkabel realisiert, wird bei FTTH auch für die Inhausverkabelung Glasfaser genutzt. Die G.fast-Technologie bietet Möglichkeiten, den Beschränkungen einer kupferbasierten Inhausanbindung von FTTB entgegenzuwirken⁷⁶. So kann der G.fast Einsatz am APL die übertragbaren Bandbreiten ohne den kostspieligen Ausbau von Inhausglasfaserverkabelung stark verbessern und ermöglicht es, trotz Kupferkabel, Gigabitgeschwindigkeiten zu erreichen.⁷⁷

Die Investitionen in Glasfaseranschlüsse sind aufgrund der erforderlichen Tiefbauarbeiten jedoch deutlich höher als für andere Zugangstechnologien.⁷⁸

3.1.2 HFC

Schon im heutigen Hybrid Fiber Coax (HFC)-Netz werden über DOCSIS 3.0 in weiten Teilen des Ausbaugebiets Bandbreiten von bis zu 400 Mbit/s vermarktet. Die HFC-Netze bieten jedoch weiteres Potenzial zur Erhöhung der Bandbreite:

Durch die Bündelung von vier klassischen TV-Kanälen für die Internetdatenübertragung können bis zu 200 Mbit/s im Downstream erreicht werden. Wird die Kanalzahl auf acht erweitert, steigt die maximale Geschwindigkeit im Downstream auf 400 Mbit/s. 32 Kanäle würden schon 1.600 Mbit/s ermöglichen.⁷⁹ Bei Betrachtung der anstehenden Abschaltung der Analogsender⁸⁰ wird deutlich, dass durch die Verwendung nicht weiterhin belegter Kanäle ein großes Potenzial zu einer weiteren Erhöhung der Bandbreite besteht.

Darüber hinaus ermöglicht das Upgrade auf DOCSIS 3.1 zukünftige Downstream-Geschwindigkeiten von bis zu 10 Gbit/s. Da der Wechsel von DOCSIS 3.0 zu DOCSIS 3.1 den Netzabschnitt zwischen Cable Modem Termination System (CMTS) und Endkunden nicht beeinflusst, ist bei Einführung des neuen Standards keine Neuverlegung von Glasfaser- oder Koaxialkabelinfrastruktur oder Neuerrichtung von Verstärkern erforderlich.⁸¹

Als Shared Medium besteht bei Kabelfernsehtzen grundsätzlich die Möglichkeit, dass bei hoher Auslastung durch mehrere Anschlussinhaber die tatsächlich nutzbare Band-

⁷⁶ Technische Aspekte werden im Abschnitt zu xDSL ausführlich erläutert.

⁷⁷ Vgl. Buth, C.; Aschenbrenner, K.; Obermann, K. (2016): Auf dem Prüfstand – G.fast-Performance bei Verwendung von in Deutschland üblichen Innen- und Außenkabeln, erschienen in Net 6/16, S. 39.

⁷⁸ Vgl. z. B. Jay, S.; Neumann, K.-H.; Plückebaum, T. (2011): Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbau und sein Subventionsbedarf, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 359, Bad Honnef; Wernick, C. (2016): Ökonomie und Kostenstrukturen des Glasfaserausbau, Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_OEkonomie_Glasfaserausbau.pdf.

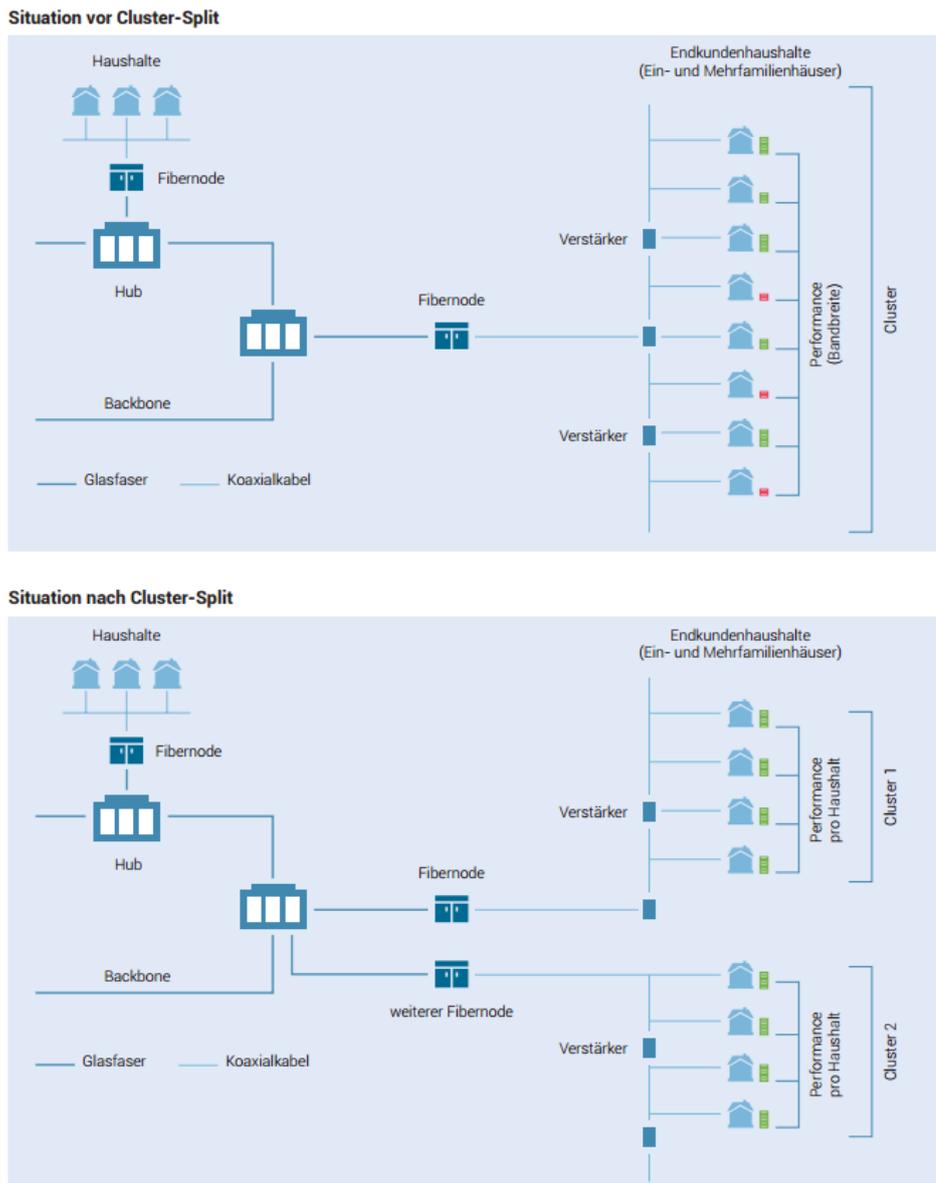
⁷⁹ Vgl. Muchalla, C. (2016): Im Geschwindigkeitsrausch – So zukunftsfähig sind die heutigen Breitbandkabelnetze, erschienen in Net 1-2/16, S. 42.

⁸⁰ Vgl. Die Medienanstalten (2016): Digitalisierungsbericht 2016, S. 39, elektronisch verfügbar unter: http://www.die-medienanstalten.de/fileadmin/Download/Publikationen/Digitalisierungsbericht/2016/Digitalisierungsbericht_2016_deutsch.pdf.

⁸¹ Vgl. Ilic, D.; Jay, S.; Plückebaum, T.; Stamm, P. (2013): Migrationsoptionen für Breitbandkabelnetze und ihr Investitionsbedarf, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 380, Bad Honnef, S. 7.

breite hinter den erreichbaren Bandbreiten zurückbleibt. Neben der oben erwähnten Möglichkeit, die Anzahl der genutzten Kanäle auszuweiten und somit die Kapazität zu erhöhen, können Kapazitätsengpässe kosteneffizient durch den Ausbau von weiteren Node Splits in einem Netzsegment ohne Tiefbauarbeiten beseitigt werden⁸². Dadurch rückt das Glasfasernetz näher an den Kunden.

Abbildung 3-1: Node Splitting in HFC-Netzen



Quelle: Nationaler IT Gipfel (2016).⁸³

⁸² Vgl. Muchalla, C. (2016): Im Geschwindigkeitsrausch – So zukunftsfähig sind die heutigen Breitbandkabelnetze, erschienen in Net 1-2/16, S. 42.

⁸³ Nationaler IT Gipfel (2016): Konvergente Netze als Infrastruktur für die Gigabit-Gesellschaft, Strategiepapier Projektgruppe „Konvergente Netze als Infrastruktur für die Gigabit-Gesellschaft“, Fokusgruppe „Aufbruch in die Gigabitgesellschaft“, Plattform „Digitale Netze und Mobilität“, Saarbrücken, 2016, S. 11.

Aktuelle Geschäftskundenprodukte, die über die Kabelinfrastruktur realisiert werden, überschreiten 25 Mbit/s als Upload Geschwindigkeit nicht. Dies ist dadurch begründet, dass die bisherigen DOCSIS-Standards für asymmetrische Bandbreiten spezifiziert waren. Perspektivisch könnte sich dies aber durch DOCSIS 3.1 und dessen Weiterentwicklungen ändern. CableLabs stellte im Februar 2016 das Projekt Full Duplex DOCSIS vor. Im Rahmen dessen wurde bereits die technologische Machbarkeit von symmetrischen 10 Gbit/s Geschwindigkeiten über die HFC-Infrastruktur bewiesen.⁸⁴ Diese Technologien befinden sich jedoch noch in der Entwicklung und sind bisher nicht marktreif.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die bereits an die Kabelinfrastruktur angeschlossenen Haushalte in der Zukunft mit Gigabitgeschwindigkeiten versorgt werden können, die Kabelnetzbetreiber durch kostengünstigen Ausbau ausreichend Kapazität zur Verfügung stellen können und perspektivisch auch hohe symmetrische Geschwindigkeiten über HFC-Infrastruktur möglich erscheinen.

3.1.3 xDSL und Weiterentwicklungen

Mit 97,1% bietet DSL die höchste Haushaltsabdeckung aller Zugangsnetze.⁸⁵ Innerhalb der ursprünglich auf Kupferleitungen basierenden Technologie gibt es verschiedene Evolutionsstufen mit abweichenden Übertragungscharakteristika. Die xDSL-Netze sind kein Shared Medium, weshalb die erreichten Bandbreiten nicht im Zusammenhang mit der Nutzung anderer Haushalte stehen.

Mittels ADSL- und SDSL-Anschlüssen können Bandbreiten von maximal 25 Mbit/s realisiert werden. SDSL-Anschlüsse weisen die für gewerbliche Nutzer relevanten symmetrischen Bandbreiten auf. Um höhere Bandbreiten bei SDSL anbieten zu können, müssen jedoch mehrere Leitungen parallel genutzt und mit aktiver Technik beschaltet werden, so dass SDSL-Anschlüsse in der Bereitstellung und im Betrieb wesentlich teurer als ADSL-Anschlüsse sind.

VDSL ermöglicht darüber hinaus höhere Übertragungsgeschwindigkeiten. Hierfür ist eine Aufrüstung der Kupferinfrastruktur notwendig: Die Kabelverzweiger (KVz) müssen mit Glasfaserleitungen angebunden und in den KVz muss aktive Technik installiert werden. Die VDSL2/Vectoring-Technologie erreicht bis zu 100 Mbit/s im Download. Vplus hingegen kann bis zu 300 Mbit/s im Downstream übertragen. G.fast ist mit bis zu 1Gbit/s der schnellste marktreife kupferbasierte Standard.⁸⁶

⁸⁴ Vgl. Hamzeh, B. (2016): Full Duplex DOCSIS® 3.1 Technology: Raising the Ante with Symmetric Gigabit Service, elektronisch verfügbar unter: <http://www.cablelabs.com/full-duplex-docsis-3-1-technology-raising-the-ante-with-symmetric-gigabit-service/>.

⁸⁵ Vgl. BMVI (2016): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2016) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, S. 7, elektronisch verfügbar unter: http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/breitbandatlas-mitte-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile.

⁸⁶ Vgl. Kafka, G. (2016): SuperVector + Vplus =VDSL 35b, erschienen in Net 1-2/16, S. 35f.

Da G.fast im Gegensatz zu den VDSL-Standards den Download und Upload nicht über unterschiedliche Frequenzen trennt, sondern zeitlich abwechselt, kann der Betreiber grundsätzlich das Verhältnis von Down- und Upload festlegen.⁸⁷ Daher sind durch G.fast symmetrische Anbindungen technisch realisierbar. Allerdings nehmen auch beim Einsatz von G.fast die übertragbaren Geschwindigkeiten mit zunehmender Entfernung signifikant ab. Zur Erreichung von Gigabitgeschwindigkeiten eignet sich G.fast entsprechend im FTTB-Ausbau am APL für die Inhausverkabelung oder in Haushalten, die sich in unmittelbarer Nähe eines entsprechend aufgerüsteten KVzs oder Distributionspunkts befinden.⁸⁸

In der perspektivischen Betrachtung müssen jedoch die Weiterentwicklungen von G.fast miteinbezogen werden. Die Verwendung von zusätzlichen hohen Frequenzen kann zwar die Bandbreite erhöhen, jedoch wird dadurch nicht die Reichweite der Technologie erhöht. Hinzu kommt, dass über Kupfer trotz technologischer Aufrüstung keine mit Glasfaser vergleichbaren Qualitätsparameter (z. B. mit Blick auf Latenzraten) erreicht werden und für eine höhere Übertragungsleistung auch mehr Energie verwendet werden muss, wodurch die operativen Kosten steigen.⁸⁹

Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass xDSL ohne eine heute nicht absehbare Lösung des Problems der begrenzten Reichweite keinen nennenswerten Beitrag zum Ziel der Gigabit-Gesellschaft beitragen wird. Um dies zu erreichen, erscheint mindestens ein FTTB- oder FTTdp⁹⁰-Glasfaserausbau erforderlich.

3.2 Funklösungen

Seitdem seit Mitte der 90er Jahre durch die Netze der zweiten Generation (2G) mobiles Internet möglich ist, ist dessen Bedeutung und Nutzung stark angestiegen. Cisco (2016)⁹¹ schätzt, dass 2015 in Deutschland 52,8 Petabyte Daten über mobile Netzwerke übertragen wurden. Dieser rasante Umfang der heutigen Nutzung ist durch die technologische Evolution möglich geworden. Dabei gilt festzuhalten, dass die Übertragungstechnologien hohe Komplexität aufweisen und daher ein Nachfolgestandard keine neue, unabhängige Technologie darstellt, sondern auf den Vorgängern aufbaut und daher eher als Evolution zu betrachtet ist.

Im Folgenden werden zunächst die Technologien und ihre Evolutionen vorgestellt und anschließend wird untersucht, welche Bedeutung sie für die Versorgung mit gigabitfähigen Netzen haben.

⁸⁷ Vgl. Huawei (2016) G.fast: Moving Copper Access into the Gigabit Era, elektronisch verfügbar unter: http://www.huawei.com/ilink/en/solutions/broader-smarter/morematerial-b/HW_278065.

⁸⁸ Letzterer stellt einen Netzpunkt zwischen KVz und APL dar, von dem aus sich weitere Kupferkabel verzweigen. Während die Swisscom in der Schweiz schon an dieser Stelle G.fast einsetzt, sind in Deutschland nur wenige Distributionspunkte vorhanden.

⁸⁹ Vgl. Kafka, G. (2016): SuperVector + Vplus =VDSL 35b, erschienen in Net 1-2/16, S. 35f.

⁹⁰ Fibre to the distribution point.

⁹¹ Cisco (2016): Projecting global IP traffic growth, elektronisch verfügbar unter: <http://www.ciscovni.com/forecast-widget/index.html>.

3.2.1 LTE

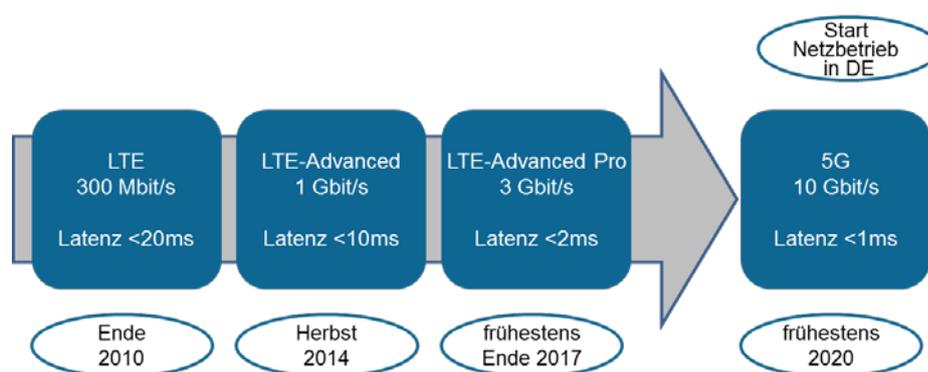
Im Dezember 2008 verabschiedete die 3GPP, welche für die Standardisierung der Mobilfunktechnologien zuständig ist, den LTE-Standard. Über das in Deutschland erstmals Ende 2010 gestartete Netz ist es theoretisch möglich, 300 Mbit/s als maximale Downloadrate bzw. 75 Mbit/s als maximale Uploadrate zu erreichen. Der LTE-Standard verbesserte im Vergleich zu 3G neben der Geschwindigkeit auch die Latenzzeiten und spektrale Effizienz sowie die Nutzerkapazität pro Zelle.

Die Evolution LTE-Advanced verbessert diese Faktoren weiter und erhöht die maximale Downloadrate auf 1,2 Gbit/s. Möglich wird dies unter anderem durch Carrier Aggregation, die Bündelung von verschiedenen Frequenzblöcken.⁹² Innerhalb des LTE-Standards können Up- und Download sowohl zwischen Frequenzen (Frequency Division Duplexing – FDD) aufgeteilt als auch zeitlich (Time Division Duplexing – TDD) voneinander getrennt werden. Durch das TDD-Verfahren können somit symmetrische Verbindungen realisiert werden.

LTE-Advanced Pro stellt voraussichtlich den letzten 4G Evolutionsschritt dar. Neben weiteren Verbesserungen ermöglicht es der Standard, lizenziertes und unlizenziertes Spektrum sowie WLAN zu aggregieren.⁹³ So können bis zu 3 Gbit/s im Downstream erreicht werden. Weiterhin wurden u. a. die Latenzen weiter reduziert und die Carrier Aggregation Möglichkeiten verbessert.⁹⁴

Die folgende Darstellung fasst die Entwicklung der LTE-Standards bis zu 5G hinsichtlich der maximal erreichbaren Bandbreiten und der Latenz zusammen.

Abbildung 3-2: Drahtlose Technologien: Entwicklung von Leistungsparametern⁹⁵



Quelle: WIK.

⁹² Vgl. Schwab, R. (2015): Stand und Perspektiven von LTE in Deutschland, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 394, Bad Honnef, S. 10.

⁹³ Vgl. Nokia (2015): LTE-Advanced Pro – Pushing LTE capabilities towards 5G, S. 6, elektronisch verfügbar unter: <http://resources.alcatel-lucent.com/asset/200176>.

⁹⁴ Vgl. 3GPP (2015): Evolution of LTE in Release 13, elektronisch verfügbar unter: <http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1628-rel13>.

⁹⁵ Darstellung zeigt max. Downstream-Geschwindigkeiten.

Im Connect-Netztest 2016 lagen die durchschnittlichen tatsächlichen Downloadraten der deutschen Provider bei 16 Mbit/s bis 54 Mbit/s.⁹⁶ Die in der Praxis nutzbaren Bandbreiten drahtloser Technologien sind deutlich geringer als die der unter Laborbedingungen realisierten maximalen Datenübertragungsraten. Dies ist auf zwei Faktoren zurückzuführen. Die Nutzer in einer Funkzelle teilen die Kapazität einer Funkzelle als Shared Medium. Je mehr Nutzer in einer Funkzelle eingebucht sind und mobile Daten verwenden, desto geringer ist die tatsächliche Bandbreite je User. Darüber hinaus sinkt die Datenrate mit steigender Entfernung zum Mobilfunkmast.⁹⁷

3.2.2 5G

Derzeit wird an der nächsten Mobilfunk-Generation gearbeitet (5G). Diese soll Übertragungsraten von bis zu 10 Gbit/s ermöglichen und auch deutliche qualitative Verbesserungen mit sich bringen. Auch wenn noch zahlreiche Aktivitäten in den Bereichen Forschung, Standardisierung und Regulierung erforderlich sind, bevor 5G im Markt implementiert werden kann,⁹⁸ und die Einführung von 5G in Deutschland frühestens 2020 zu erwarten ist,⁹⁹ wird 5G im Markt und auf politischer Ebene bereits intensiv diskutiert.¹⁰⁰ Die 5G-Standards sollen 2018 von der 3GPP verabschiedet werden, weshalb zum jetzigen Zeitpunkt keine gesicherten, umfänglichen Kenntnisse über kommende Spezifikationen vorliegen. Auch werden die relevanten Frequenzbereiche im Bereich > 6 GHz erst auf der nächsten World Radio Conference 2019 festgelegt werden können. Pre-Standard-Systeme werden jedoch in Pilotanwendungen bereits zuvor erprobt. Die Versprechen der neuen Technologie umfassen u. a.:¹⁰¹

- Bandbreiten im Gigabitbereich
- Latenz unter einer Millisekunde
- 1000-fach höhere Kapazität bzgl. Teilnehmern und Geräten im Vergleich zu LTE
- Hohe Verfügbarkeit in Form von Abdeckung und Zuverlässigkeit

⁹⁶ Hier wird abgestellt auf den Großstädte-Walktest, der höhere Werte aufweist als der Drivetest oder Kleinstadt-Test.

⁹⁷ Vgl. Schwab, R. (2015): Stand und Perspektiven von LTE in Deutschland, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 394, Bad Honnef, S. VIII.

⁹⁸ Vgl. Qualcomm (2016): Progressing toward a global 5G standard – 3GPP approves Study Item for new 5G air interface, elektronisch verfügbar unter: <https://www.qualcomm.com/news/onq/2016/03/18/progressing-toward-global-5g-standard-3gpp-approves-study-item-new-5g-air>.

⁹⁹ Vgl. z. B. Die Welt (2014): 5G bringt 50 Gigabit pro Sekunde aufs Handy, elektronisch verfügbar unter: <https://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article125116397/5G-bringt-50-Gigabit-pro-Sekunde-aufs-Handy.html>.

¹⁰⁰ Vgl. BMVI (2016): 5G - Initiative für Deutschland. Eine Initiative des BMVI zur Entwicklung einer Strategie zur Einführung der nächsten Mobilfunkgeneration 5G in Deutschland, elektronisch verfügbar unter: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bmvi-initiative-5-schritte-zu-5g.pdf?__blob=publicationFile.

European Commission (2016): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 5G for Europe: An Action Plan, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/5g-europe-action-plan>.

¹⁰¹ Vgl. z. B. GSMA (2014): Understanding 5G: Perspectives on future technological advancements in mobile, elektronisch verfügbar unter: <https://www.gsmaintelligence.com/research/?file=141208-5g.pdf&download>.

Die genannten Parameter sprechen dafür, dass 5G auch im Bereich der Gigabitversorgung relevant werden wird. Die zu erwartende Steigerung der Datennutzung erfordert, ebenso wie die angestrebten Bandbreiten und Qualitätsparameter, signifikante Erweiterungsmaßnahmen bei den Netzwerkkapazitäten. Diese sollen u. a. durch den Einsatz von höheren Frequenzen und eine Verdichtung von Mobilfunkstandorten erreicht werden.¹⁰² 5G wird grundsätzlich die klassischen Mobilfunkfrequenzen von 0,7 bis 3 GHz, weitere Frequenzen von 3 bis 6 GHz und darüber hinaus auch die cm Wave und mm Wave Frequenzen nutzen. Es ist zu erwarten, dass 5G zunächst auf die Frequenzen setzt, die z. Zt. nicht durch 2G-, 3G- und 4G-Netze verwendet werden, und dass im weiteren Zeitverlauf durch Refarming der aktuell genutzten Bänder weitere Frequenzen hinzu kommen.¹⁰³ Besonders attraktiv sind dabei die neu geplanten cm Wave und mm Wave Bereiche, die bisher für Funkanwendungen nicht genutzt werden. Dort sind große, freie, zusammenhängende Frequenzblöcke vorhanden.¹⁰⁴ Abgesehen von den kürzlich versteigerten 700 MHz Frequenzblöcken wird 5G daher zunächst verstärkt auf höherbandige Frequenzen setzen.

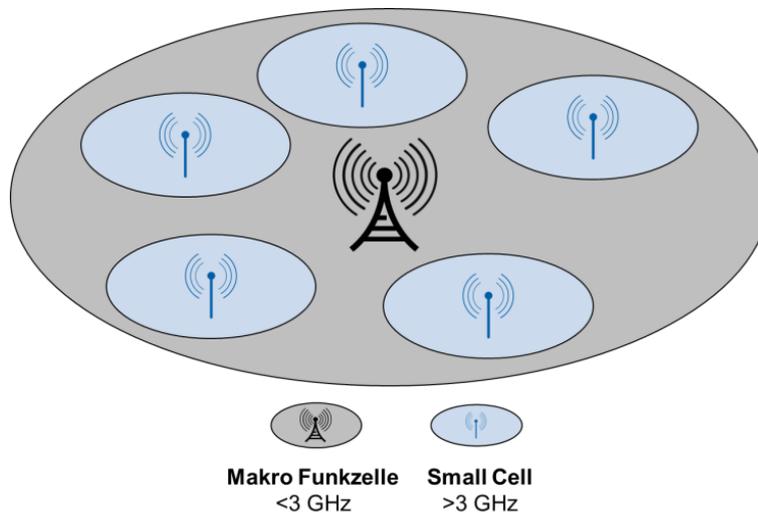
Durch die Nutzung breiterer Frequenzbänder und moderner Modulierungsverfahren kann eine Steigerung der Datenübertragungskapazität erzielt werden, jedoch reduzieren die hohen Frequenzen auch die Reichweite und verschlechtern den Empfang innerhalb der Gebäude. Um die Reduzierung der Reichweite aufzufangen, ist es notwendig, die Sendestandorte zu verdichten, d. h. mehr Funkzellen zu errichten. Die Verdichtung kann nicht nur durch das Aufstellen neuer klassischer Mobilfunkmasten, sondern auch durch den Aufbau heterogener Netzwerke (Hetnets) geschehen. Diese bestehen aus Makrosites, den klassischen Funkzellen, die auf niedrigen Frequenzen senden und wie bisher große Flächen abdecken, sowie aus Small Cells, kleinen Funkzellen, die auf hohen Frequenzen senden und eine geringere Abdeckung erreichen. Die Small Cells und Makrosites ergänzen einander insofern, als dass eine grundlegende, weitreichende Abdeckung über die Makrosites gewährleistet wird und die Small Cells eine signifikante, punktuelle, bedarfsorientierte Bandbreiten- und Kapazitätserweiterung hinzufügen.

102 Andere Kapazitätserweiterungen sollen durch den Einsatz von mehr Frequenzen bzw. größerer Kanalbandbreiten und eine höhere spektrale Effizienz erzielt werden.

103 Vgl. Brown, G. (2016): Exploring 5G New Radio: Use Cases, Capabilities & Timeline, S. 3, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.qualcomm.com/documents/heavy-reading-white-paper-exploring-5g-new-radio-use-cases-capabilities-timeline>.

104 Vgl. Brown, G. (2016): Exploring 5G New Radio: Use Cases, Capabilities & Timeline, S. 3, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.qualcomm.com/documents/heavy-reading-white-paper-exploring-5g-new-radio-use-cases-capabilities-timeline>.

Abbildung 3-3: Aufbau heterogener Netzwerke



Quelle: WIK.

Das Konzept von kleinen Funkzellen, die auf hohen Frequenzen über kleine Distanz Daten übertragen, ist schon heute in drahtlosen Backhaul-Lösungen umgesetzt. So können MNOs kleine Funkmodule an Masten, Ampeln, Laternen oder Dächern anbringen und bspw. über unlicenzierte Bänder im 60 GHz-Bereich WiFi-Hotspots oder Funkzellen in bis zu 500 m Entfernung drahtlos mit Backhaul-Verbindungen versorgen, ohne diese Standorte selbst mit Glasfaser erschließen zu müssen.¹⁰⁵ Darüber hinaus gibt es bereits weitere Einsatzszenarien. Die Swisscom setzt in den Boden eingelassene Small Cells¹⁰⁶ in Innenstädten ein. Die Small Cell nutzt 1800 und 2600 MHz Frequenzen und versorgt Mobilfunknutzer im Umkreis von 200 m.¹⁰⁷ Durch den Aufbau solcher Zellen entlang der Festnetzinfrastruktur können für die notwendigen Backhaul-Verbindungen Synergien im Ausbau erzielt werden. Zudem sind die unterirdischen Sendeeinrichtungen für die Bevölkerung nicht sichtbar. Auch in Deutschland testen Vodafone¹⁰⁸ und Telekom¹⁰⁹ bereits den Einsatz von Small Cells unter Gullydeckeln bzw. in Telefonzellen.

¹⁰⁵ Ein Beispiel ist hier das Produkt EtherHaul 600T des Netzerkürstellers Suklu, welches beschriebene Backhaul-Verbindungen bis 1 Gbit/s ermöglicht. Siehe:

<http://www.siklu.com/wp-content/uploads/2016/06/Small-Cell-Brochure.pdf>. Diese Lösungen sind nur sehr begrenzt kaskadierbar, so dass damit quasi nur Endleitungen einer Kette realisiert werden können.

¹⁰⁶ Eingelassen in kleine Verteilerschächte in den Straßen, in denen auch die G.fast ONU des Festnetzes mit Glasfaser erschlossen sind. Die Schächte sind mit einem Kunststoffdeckel verschlossen, der die Funkwellen durchlässt.

¹⁰⁷ Vgl. Kathrein (2015): Kathrein revolutioniert mit neuartiger Bodenantenne Mobilfunk in Städten, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.kathrein.com/de/newsroom/nachrichten/pressemitteilung/news/kathrein-revolutioniert-mit-neuartiger-bodenantenne-mobilfunk-in-staedten/>.

¹⁰⁸ <http://www.golem.de/news/funkzelle-vodafone-deutschland-funkt-aus-gullydeckeln-1610-123683.html>

¹⁰⁹ <http://www.pcwelt.de/news/Small-Cells-Telekom-erweitert-Mobilfunknetz-fuer-schnelleres-Surfen-10028109.html>.

Die Reichweite, die diese Small Cells erreichen, hängt von einer Reihe von Faktoren ab. Darunter fallen die eingesetzten Frequenzen, das Vorhandensein und die Beschaffenheit von Gegenständen, die sich zwischen der Funkzelle und dem Empfangsmodul befinden, die Sendeleistung, die Modulation sowie die Menge des verwendeten Spektrums und die spektrale Effizienz.

Schätzungen, die unter der Prämisse durchgeführt wurden, dass höhere Frequenzen, die für die Übertragung von Gigabitgeschwindigkeiten erforderlich sind, zum Einsatz kommen, gehen von Reichweiten von 200 bis 300m im Grundszenario bzw. von maximal 500m bei Sichtverbindungen aus¹¹⁰. In dicht besiedelten Clustern kann es jedoch erforderlich sein, dass die small cells deutlicher näher als in solchen theoretischen Szenarien beieinanderliegen müssen. In einer Greenfield 5G Deployment Studie für Tokio kommt Nokia zum Schluss, dass small cells, welche die Frequenzen im mmwave und cmWave nutzen in einen Abstand von 75 – 100m liegen müssen, um flächendeckende Gigabitversorgung zu gewährleisten.¹¹¹

Derzeit befinden sich viele Akteure¹¹² in der Entwicklung von Lösungen, die durch den Einsatz von 5G und Frequenzen über 3 GHz funkbasierte Festnetzanschlüsse mit Gigabitgeschwindigkeiten realisieren sollen. In einer solchen Lösung werden zwischen dem CPE des Kunden und Small Cells, die sich auf Straßenniveau befinden, Daten über eine 5G Verbindung übertragen. Innerhalb des Hauses wird das Signal anschließend durch WLAN verteilt (vgl. Abbildung 3-4).

¹¹⁰ Vgl. HSBC (2017): FT5G, elektronisch verfügbar unter: <https://www.research.hsbc.com/R/29/njrQVkJXUGO2e> S.29,

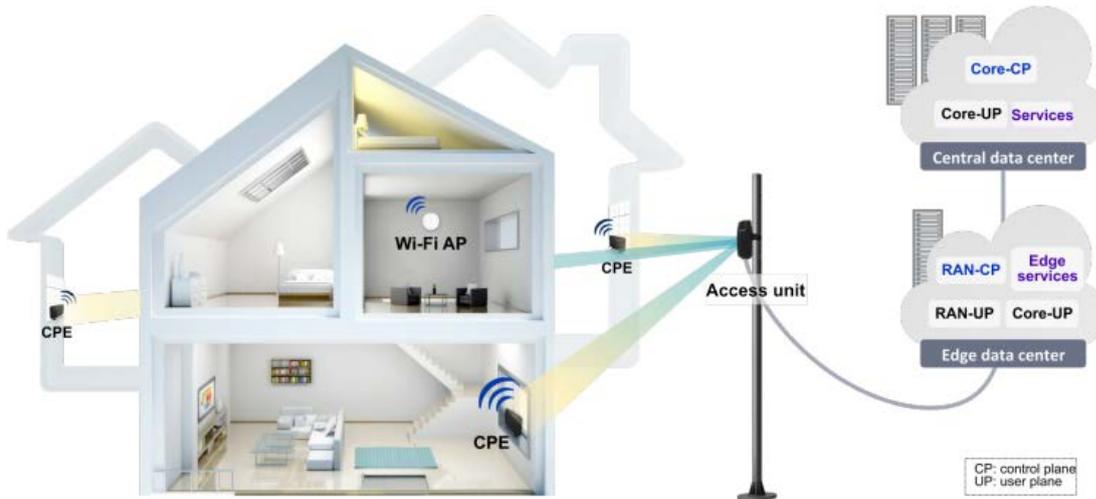
¹¹¹ Vgl. Nokia (2016): Ten rules of 5G deployment, elektronisch verfügbar unter: <http://resources.alcatel-lucent.com/asset/200006>

¹¹² Vgl. u. a. Nokia (2016): Nokia and U.S. Cellular test 5G technologies for fixed wireless, elektronisch verfügbar unter: http://www.nokia.com/en_int/news/releases/2016/10/12/nokia-and-us-cellular-test-5g-technologies-for-fixed-wireless.

Samsung (2016): Samsung: Vendor Role in 5G development, in: Ovum, TMT intelligence, informa (2016): 5G Fixed Wireless Access, Providing fiber speeds over the air while also helping pave the way for full 5G mobility, S. 10 f., elektronisch verfügbar unter: http://www.samsung.com/global/business-images/insights/2016/Whitepaper_5G-Fixed-Wireless-Access-0.pdf.

Huawei (2016): Sprinting the last mile with WTTx, elektronisch verfügbar unter: <http://www.huawei.com/en/publications/communicate/80/sprinting-the-last-mile-with-wttx>.

Abbildung 3-4: Zugangsszenario 5G FWA



Quelle: Samsung (2016).¹¹³

Wie bereits erwähnt, bedingen die Ausbreitungseigenschaften hoher Frequenzen, dass die Gebäudedurchdringung gering ist sowie Haushalte nur versorgt werden können, wenn sich in geringem Abstand eine Small Cell befindet. Darüber hinaus gelten auch die bereits genannten Restriktionen des Shared Mediums. Grundsätzlich ist zu erwarten, dass die Anzahl der Mobilfunkstandorte von aktuell 73.929 durch 5G in Zukunft stark ansteigen wird.¹¹⁴

Dies ist auch vor dem Hintergrund von Relevanz, dass der Aufbau zahlreicher (sichtbarer) neuer Sendestandorte die Debatte über die elektromagnetische Umweltverträglichkeit (EMVU) von Mobilfunk in Deutschland neu befördern könnte. Diese wurde im Zusammenhang mit dem Roll-out von UMTS intensiv geführt und hat in Teilen der Bevölkerung starke Vorbehalte gegenüber der Mobilfunktechnologie geweckt.¹¹⁵

Darüber hinaus gelten die oben genannten physikalischen Restriktionen für Funknetze auch im Falle von 5G weiterhin. Entsprechend wird insbesondere für eine Abdeckung mit hoch performanter 5G-Technologie in Ballungsräumen eine sehr viel engmaschigere

¹¹³ Samsung (2016): Samsung: Vendor Role in 5G development, in: Ovum, TMT intelligence, informa (2016): 5G Fixed Wireless Access, Providing fiber speeds over the air while also helping pave the way for full 5G mobility, S. 10, elektronisch verfügbar unter: http://www.samsung.com/global/business-images/insights/2016/Whitepaper_5G-Fixed-Wireless-Access-0.pdf.

¹¹⁴ Vgl. Bundesnetzagentur (2016): EMF: Bundesland Übersicht, elektronisch verfügbar unter: http://emf3.bundesnetzagentur.de/pdf/statistiken/12_Bundesland_%C3%9Cbersicht_Internet_20160601.pdf.

¹¹⁵ Vgl. Büllingen, F.; Hillebrand, A.; Wörter, M. (2002): Elektromagnetische Verträglichkeit zur Umwelt (EMVU) in der öffentlichen Diskussion – Situationsanalyse, Erarbeitung und Bewertung von Strategien unter Berücksichtigung der UMTS-Technologien im Dialog mit dem Bürger, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Bad Honnef, Mai 2002, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik-emf.org/fileadmin/Sonstige-Dokumente/WIK-Studien/2002_WIK-EMVU-oeffentliche-Diskussion.pdf.

Versorgung mit Basisstationen und Antennen als bisher erforderlich sein. Für eine gute Inhausabdeckung in großen Mehrfamilienhäusern ist zusätzliche Inhausmobilfunkinfrastruktur erforderlich.

3.2.3 Bedeutung für den Ausbau gigabitfähiger Netze

LTE-Anschlüsse werden als festnetzbasierende Anschlüsse bisher wenig genutzt und stellen nur selten eine echte Alternative zu leitungsgebundenen Anschlüssen dar.¹¹⁶ Im Digital Progress Report 2016 der Europäischen Kommission wird der Anteil von Funktechnologien am Breitbandmarkt in Deutschland auf unter 1% geschätzt.¹¹⁷ Dies könnte sich durch die Fortschritte der LTE-Advanced Pro und 5G-Technologie jedoch ändern.

So sagte Verizon CEO Lowell McAdam im Rahmen einer Investorenkonferenz im Juli 2016: "I think of 5G initially as, in effect, wireless fiber, which is wireless technology that can provide an enhanced broadband experience that could only previously be delivered with physical fiber to the customer."¹¹⁸

Es bleibt abzuwarten, ob 5G als Festnetzsubstitut in ländlich gelegenen Haushalten ohne breitbandige Festnetzanbindung in großem Stile Anwendung finden und ob Mobilfunk perspektivisch durch den verstärkten Einsatz von Small Cells, 5G und Spektrum oberhalb von 3 GHz auch in dicht besiedelten Gebieten als Festnetz-Substitut relevant werden wird. Schon bei der LTE-Einführung wurden Erwartungen kommuniziert, dass leitungsgebundene Anschlüsse durch die neue Technologie substituiert werden könnten. Diese wurden durch die Lizenzvergabebestimmungen, denen zufolge LTE zunächst in den mit Breitband unterversorgten Gebieten ausgebaut werden musste, politisch genährt. Der damalige Vodafone Deutschland CEO Friedrich Jousen kündigte 2011 an, dass alle DSL-Privatkundenanschlüsse auf LTE umgestellt werden sollten.¹¹⁹ Dass dieser Plan und die damaligen Erwartungen an die Technologie nicht erfüllt wurden, zeigt der oben erwähnte Technologiemarktanteil von drahtlosen Technologien von unter 1%.

In jedem Falle wird es notwendig sein, dass zahlreiche Small Cells im Abstand von wenigen hundert Metern in den Straßen errichtet und mit Glasfaser angebunden werden, was signifikante Investitionen seitens der Netzbetreiber erfordern wird.

¹¹⁶ Eine detaillierte Ausführung diesbezüglich gibt Schwab, R. (2015): Stand und Perspektiven von LTE in Deutschland, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 394, Bad Honnef.

¹¹⁷ Vgl. European Commission (2016): Digital Progress report: Connectivity – Broadband market developments in the EU, S. 22, elektronisch verfügbar unter: http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?action=display&doc_id=15807.

¹¹⁸ Verizon (2016): Q2 2016 Verizon Communications Inc Earnings Call, edited transcript by Thomson Reuters Streetevents, S. 4, elektronisch verfügbar unter: <http://www.verizon.com/about/file/16921/download?token=O5tnAJ6G>.

¹¹⁹ Vgl. Schwab, R. (2015): Stand und Perspektiven von LTE in Deutschland, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 394, Bad Honnef, S. 1 f.

3.3 Geeignetheit der Zugangsnetze zur Erfüllung der Anforderungen von Gigabitnetzen

Um die Ziele der Gigabit-Gesellschaft zu erreichen, müssen die Anschlussnetze extrem hohe Geschwindigkeiten ermöglichen und darüber hinaus den Qualitätsanforderungen genügen.

Unter den drahtgebundenen Technologien erreichen FTTH- und HFC-Netze bereits Gigabitgeschwindigkeit. G.fast erreicht aktuell 800 Mbit/s, jedoch ist anzunehmen, dass in Zukunft die Gigabitschwelle durch die Verwendung weiterer Frequenzen überschritten wird. G.fast eignet sich mit Blick auf Gigabitgeschwindigkeiten nur als Mittel im FTTB- und FTTdb-Ausbau. xDSL-Technologien werden zum Ausbau von Gigabitnetzen aller Voraussicht nach keinen Beitrag leisten können.

Unter den mobilen Übertragungstechnologien sind unter Laborbedingungen bei LTE-Advanced Pro Bandbreiten von 1 Gbit/s im Download möglich. Bei 5G erscheinen Übertragungsgeschwindigkeiten von mehreren Gbit/s möglich.

Über die maximal erreichbaren Geschwindigkeiten hinaus muss jedoch auch die Erfüllung von Qualitätsparametern betrachtet werden. Die folgende Abbildung vergleicht die Zugangstechnologien auf Grundlage der vorangegangenen Abschnitte.

Abbildung 3-5: Zugangstechnologien und Qualitätsmerkmale

		Leitungsgebunden				Drahtlos		
		FTTH	HFC	xDSL	(X)G.fast ¹⁾	4G	5G ²⁾	
Geschwindigkeit	Mind. 1 Gbit/s	■	■	■	■	■	■	
	Qualität	>1 Gbit/s auch bei starker Auslastung	■	■	■	■	■	■
		>1 Gbit/s auch bei Entfernung ³⁾	■	■	■	■	■	■
	Geringe Latenz	■	■	■	■	■	■	
	Symmetriefähigkeit	■	■	■	■	■	■	

■ Erfüllt das Kriterium
■ Wird Kriterium voraussichtlich erfüllen
■ Wird Kriterium voraussichtlich nicht erfüllen
■ Erfüllt das Kriterium nicht
■ Unklar

¹⁾ Im FTTB- oder FTTdp-Szenario.
²⁾ Bezogen wird sich auf die in den Standards definierten Eigenschaften.
³⁾ Gemeint ist die Entfernung von dem Endkundenanschluss bis zum Backbone/Backhaul (Fiber Node, KVz, APL, DP, Funkzelle).

Quelle: WIK.

FTTH stellt sowohl in Bezug auf die Bandbreite als auch die Qualität die zukunftssicherste Technologie dar. Ähnlich zukunftssicher sind auch die HFC-Netze, wobei hier weitere Investments in Node Splitting notwendig sind, um die wachsenden Datenmengen bewältigen zu können. xDSL-Technologien alleine sind nicht in der Lage, die Anforderungen zu erfüllen. Jedoch ist es durch den Einsatz von G.fast in Verbindung mit FTTdp- oder FTTB-Ausbauten möglich, den Rückstand zu HFC- und FTTH-Netzen zu verringern.

Die drahtlosen Netzwerke in ihrer heutigen Form sind nicht in der Lage, zu den Zielen einer Gigabit-Gesellschaft beizutragen. 5G bietet jedoch Potenzial. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine entsprechende Anbindung der Basisstationen mit Glasfaser.

In Zukunft könnten auch hybride Zugangsformen, die 4G bzw. 5G mit leitungsgebundenen Zugangsnetzen bündeln, einen Beitrag leisten, insbesondere dort, wo die Neueröffnung mit Glasfaser wirtschaftlich nicht darstellbar ist. In diesem Kontext wird es auch darauf ankommen, inwiefern der Netzausbau und die technologischen Fortschritte, wie HetNets, Einsatz von unlizenziertem Spektrum und erhöhte spektrale Effizienz, dem Anstieg der übertragenden Datenmengen gewachsen sein werden.

4 Wettbewerb und Verfügbarkeiten auf dem deutschen Breitbandmarkt

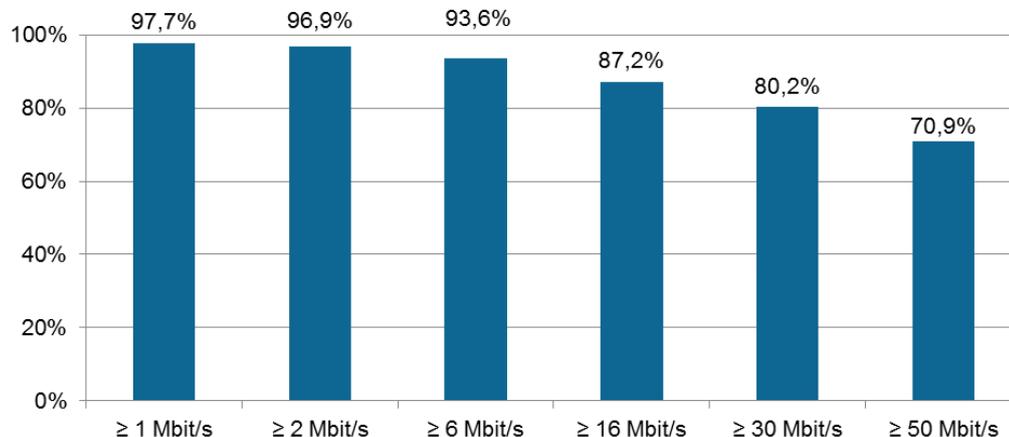
Kernaussagen:

- Der marktgetriebene Ausbau hochleistungsfähiger Breitbandnetze erfolgt primär in städtischen Regionen:
 - HFC-Netze erreichen die Mehrheit der städtisch geprägten Gebiete und rund die Hälfte der halbstädtischen Regionen.
 - Die Penetration mit FTTB/H ist gering, konzentriert sich jedoch ebenfalls auf den städtischen Bereich.
 - Kupfer- und Mobilfunkinfrastrukturen sind nahezu flächendeckend verfügbar.
- Trotz eines heterogenen Endkundenmarkts mit zahlreichen Anbietern werden nach wie vor rund drei Viertel aller Breitbandanschlüsse über die Festnetzinfrastruktur der Deutschen Telekom realisiert.
- Im europäischen Vergleich liegt Deutschland bei der Verfügbarkeit von NGA-Anschlüssen im Mittelfeld. Bei der Verfügbarkeit von FTTB/H-Anschlüssen ist Deutschland unter den Schlusslichtern.
- Die tatsächliche Nutzung von NGA-Anschlüssen ist im europäischen Vergleich gering. Dies ist nicht nur auf eine mangelnde Verfügbarkeit zurückzuführen, sondern deutet auch auf eine vergleichsweise gering ausgeprägte Nachfrage hin.

4.1 Verfügbarkeiten verschiedener Übertragungstechnologien auf dem deutschen Breitbandmarkt

In Deutschland ist eine flächendeckende Basisversorgung der Haushalte mit Breitband gegeben. Knapp 97% der Haushalte haben leitungsgebunden Zugang zu Bandbreiten von mindestens 2 Mbit/s (vgl. Abbildung 4-1). 70,9% der Haushalte können mit einer Bandbreite von 50 Mbit/s oder mehr versorgt werden. Dies wird derzeit durch einen Technologiemix aus FTTB/H-, FTTC-, xDSL- und HFC-Anschlussnetzen ermöglicht.

Abbildung 4-1: Verfügbarkeit von leitungsgebundenen Breitbandanschlüssen nach Bandbreitenklassen (Stand Mitte 2016)



Quelle: WIK.¹²⁰

wik

4.1.1 Verfügbarkeit von FTTB/H-Anschlussnetzen

Gemäß den Zahlen der Bundesnetzagentur waren Ende 2015 knapp zwei Millionen Haushalte über FTTH/B-Netze erreichbar. Zum Jahresende 2015 gingen rund 277.000 Kundinnen und Kunden über FTTB und knapp 137.000 über FTTH ins Internet, woraus sich eine Relation zwischen Homes passed und Homes connected von ungefähr 21% ergibt.¹²¹

Die Ausbauggebiete (von FTTB/H) fokussieren sich bisher auf den städtischen Bereich. Nur ca. 75.000 ländlich gelegene Haushalte und 300.000 halbstädtische Haushalte sind an FTTH/B-Netze angeschlossen.¹²²

Der Ausbau von FTTB/H Netzen erfolgt maßgeblich durch alternative Anbieter. Nur 19% der erreichbaren Haushalte entfallen auf die Telekom.¹²³ Diese hatte zwar 2011 verkündet, bis 2014 10% aller deutschen Haushalte (~4 Millionen) mit FTTH anschließen

¹²⁰ Eigene Darstellung basierend auf Daten aus: BMVI (2016): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2016) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, S. 3, elektronisch verfügbar unter:

http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/breitbandatlas-mitte-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile.

¹²¹ Vgl. Bundesnetzagentur (2016): Jahresbericht 2015, Wettbewerb fördern. Netze ausbauen. Verbraucherinnen und Verbraucher schützen. S. 53, elektronisch verfügbar unter:

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2016/Jahresbericht2015.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

¹²² Basierend auf Zahlen des TÜV Rheinland, vgl. BMVI (2016): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2016) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, S. 8 f., elektronisch verfügbar unter:

http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/breitbandatlas-mitte-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile.

¹²³ Vgl. BREKO (2016): BREKO Breitbandstudie 2016, elektronisch verfügbar unter:

<http://brekoverband.de/themen/breko-research/breko-breitbandstudie#>.

zu wollen¹²⁴, bis 2016 wurden jedoch nur 0,5 Millionen Haushalte tatsächlich erschlossen. Die überwiegende Mehrheit der FTTB/H-Anschlüsse wird durch regionale, häufig kommunal geprägte Anbieter versorgt. Unter ihnen sind M-net, NetCologne und wilhelm-tel die Anbieter mit den meisten Anschlüssen. Auch neue Markteinsteiger investieren in FTTB/H. Von diesen ist die Deutsche Glasfaser, die nach eigenen Angaben über 115.000 FTTH-Anschlüsse realisiert hat¹²⁵, der größte und prominenteste. Schließlich finden Ausbauten in FTTB/H auch im Rahmen der Förderung statt, häufig auf Basis von Betreibermodellen. Vor diesem Hintergrund überrascht es nicht, dass sich ein signifikanter Anteil der bestehenden direkten Glasfaseranschlüsse auf viele kleine, meist kommunal geprägte Betreiber verteilt.¹²⁶

4.1.2 Verfügbarkeit von HFC-Anschlussnetzen

63,5% der deutschen Haushalte sind an breitbandfähiges Kabelnetz angeschlossen. Diese Haushalte sind bereits mit Bandbreiten von über 50Mbit/s versorgt (lediglich 3% der Kabel-Haushalte erhalten weniger als 50 Mbit/s). In den letzten Jahren wurden nur in geringem Ausmaß neue Haushalte angeschlossen. Von 2014 bis 2016 ist der Prozentsatz der mit Breitbandkabel versorgten Haushalte lediglich um 2,3% gestiegen.¹²⁷

Die Abdeckungsgebiete der Kabelnetze liegen primär in urbanen Gebieten. Über HFC-Netze können 81,8% der städtischen bzw. 49,7% der halbstädtischen Haushalte mit mindestens 50 Mbit/s versorgt werden, wohingegen nur 14,9% der ländlichen Gebiete versorgt werden können.¹²⁸ Mit Unitymedia, Vodafone und Tele Columbus gibt es drei große Kabelnetzbetreiber in Deutschland. Während Vodafone und Unitymedia jeweils ca. 12 Millionen internetfähige Haushalte an ihr Netzwerk angeschlossen haben, verfügt Tele Columbus über ca. 2 Millionen Homes connected. Darüber hinaus gibt es kleine regionale Anbieter, die jedoch nur geringe Zahlen an angeschlossenen Haushalten vorweisen können.

Die deutschen Kabelnetzwerke haben das Upgrade auf DOCSIS 3.0 nahezu abgeschlossen. Auf der Basis von DOCSIS 3.0 werden schon heute Bandbreiten von bis zu

¹²⁴ Vgl. Gries, C.; Plückebaum, T.; Strube Martins, S. (2016): Treiber für den Ausbau hochbitratiger Infrastrukturen, Studie im Auftrag von 1&1 Telecommunication SE, Bad Honnef, S. 19, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/VATM_Hochbitratige_Infrastrukturen.pdf.

¹²⁵ Vgl. Deutsche Glasfaser (2016): Glasfaser Netzausbau – FTTH-Projekte in Deutschland, elektronisch verfügbar unter: <https://www.deutsche-glasfaser.de/netzausbau/>.

¹²⁶ Ausführliche Schilderungen dazu finden sich in Wernick, C.; Gries, C.-I.; Bender, C., Tenbrock, S.; Strube Martins, S. (2016): Regionale TK-Akteure im globalen Wettbewerb, Studie im Auftrag des Breitbandbüros Hessen bei der Hessen Trade & Invest GmbH, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Regionale_TK_Akteure_im_globalen_Wettbewerb.pdf.

¹²⁷ WIK basierend auf BMVI (2016): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2016) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, S. 7, elektronisch verfügbar unter: http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/breitbandatlas-mitte-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile.

¹²⁸ Vgl. BMVI (2016): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2016) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, S. 7, elektronisch verfügbar unter: http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/breitbandatlas-mitte-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile.

400 Mbit/s vermarktet. Der nächste Leistungssprung ist durch das Upgrade auf DOCSIS 3.1 zu erwarten. Der Kabelverband ANGA erwartet, dass bereits 2017 die ersten Angebote auf Basis von DOCSIS 3.1 auf den Markt kommen werden und bereits 2018 mit einem Gigabitkabelangebot zu rechnen ist.¹²⁹

Die Bundesnetzagentur gibt in ihrem Jahresbericht 2015¹³⁰ an, dass Ende 2015 6,6 Millionen Breitbandanschlüsse über das Kabelnetz bezogen worden sind.

4.1.3 Verfügbarkeit von xDSL Anschlussnetzen

xDSL ist die leitungsgebundene Technologie mit der höchsten Abdeckung. 97,1% der Haushalte (39,8 Millionen) werden vom DSL-Netzwerk erreicht.¹³¹ Insgesamt 23,5 Millionen Haushalte beziehen ihr Internet über DSL-Infrastruktur.¹³²

Die Telekom versorgt nach eigenen Angaben aktuell ca. 58% der deutschen Haushalte mit FTTC.¹³³ Hinzu kommen weitere durch alternative Anbieter an FTTC angeschlossene Haushalte. Aus der Gesamtheit der an FTTC-Netze angeschlossenen Haushalte bezogen Ende 2015 insgesamt 4,8 Millionen Haushalte VDSL.¹³⁴

Teile des VDSL-Ausbaus erfolgten unter Verwendung von Fördergeldern des Bundes und der Länder, die den Ausbau ländlicher Regionen zum Ziel haben. Dies hat zur Folge, dass die Verfügbarkeit von VDSL mit mindestens 50 Mbit/s bei halbstädtischen Haushalten zwischen Mitte 2015 und Mitte 2016 von 16,1% auf 21,2% und bei den ländlichen Haushalten von 11,5% auf 15,6% gestiegen ist.¹³⁵ Es ist davon auszugehen, dass die VDSL-Abdeckung in halbstädtischen und ländlichen Regionen weiter steigen wird.

¹²⁹ Vgl. ANGA (2016): Das Breitbandkabel auf dem Sprung zur Gigabit-Infrastruktur, S. 8, elektronisch verfügbar unter: http://anga.de/media/file/965.BR-DOCSIS_3.1-final_online.pdf.

¹³⁰ Vgl. Bundesnetzagentur (2016): Jahresbericht 2015, Wettbewerb fördern. Netze ausbauen. Verbraucherinnen und Verbraucher schützen. S. 52, elektronisch verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2016/Jahresbericht2015.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

¹³¹ Vgl. BMVI (2016): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2016) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, elektronisch verfügbar unter: http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/breitbandatlas-mitte-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile.

¹³² Vgl. Bundesnetzagentur (2016): Jahresbericht 2015, Wettbewerb fördern. Netze ausbauen. Verbraucherinnen und Verbraucher schützen. S. 51, elektronisch verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2016/Jahresbericht2015.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

¹³³ Im Rahmen der Kommunikation der aktuellen Quartalszahlen hat die Telekom berichtet, annähernd 60% der Haushalte mit FTTB/C/H zu versorgen. Unterstellt man, dass ca. 1% der deutschen Haushalte von der Telekom über FTTB/H erreichbar sind, ergibt sich eine Quote von ca. 58%; vgl. Deutsche Telekom (2016): Konzern Zwischenbericht, 1. Januar – 30. September 2016, elektronisch verfügbar unter: <https://www.telekom.com/resource/blob/439762/e8ed1d0d5c7828b49d2b564f901e6380/dl-2016-q3-allinone-data.pdf>.

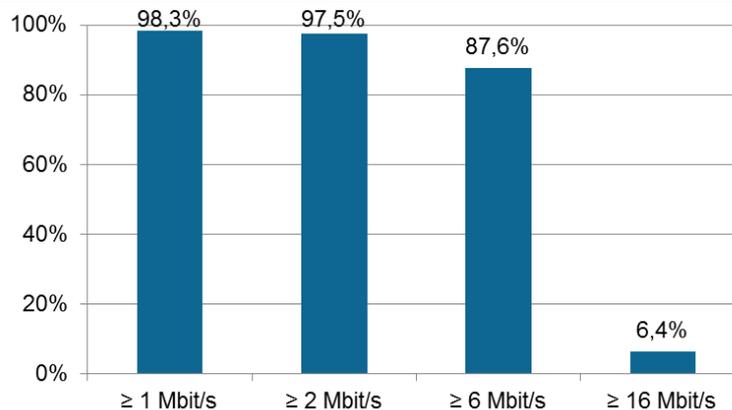
¹³⁴ Vgl. Bundesnetzagentur (2016): Jahresbericht 2015, Wettbewerb fördern. Netze ausbauen. Verbraucherinnen und Verbraucher schützen. S. 52, elektronisch verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2016/Jahresbericht2015.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

¹³⁵ Vgl. BMVI (2016): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2016) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, elektronisch verfügbar unter:

4.1.4 Verfügbarkeit von LTE

Die Versorgung mit LTE durch die Mobilfunknetze der Telekom sowie von Vodafone und o2 liegt bei 98,3%. Der grundlegend flächendeckenden Versorgung steht jedoch die erreichbare Bandbreite dieser Haushalte gegenüber. Wie aus der folgenden Darstellung ersichtlich wird, sinkt die Verfügbarkeit bei Bandbreiten mit 16 Mbit/s und mehr auf nur 6,4%.

Abbildung 4-2: Breitbandverfügbarkeit für drahtlose Technologien (Stand Mitte 2016)



Quelle: WIK. ¹³⁶

Die Netzbetreiber bewerben ihr Mobilfunknetz bereits mit weit höheren Bandbreiten, Vodafone mit bis zu 375 Mbit/s, die Telekom mit bis zu 300 Mbit/s und o2 mit bis zu 225 Mbit/s.¹³⁷ Diese Werte sind als theoretisch erreichbare Werte zu verstehen, verdeutlichen aber in Verbindung mit den Werten der Abbildung, dass die maximal erreichbaren Geschwindigkeiten keine Aussage über die Versorgung mit hochbitratigen Breitbandverbindungen erlauben.

In der Diskussion bezüglich der Breitbandversorgung in Deutschland spielt neben dem allein auf Mobilfunk basierten Zugang auch die Bündelung von drahtlosen und leitungsgebundenen Anschlüssen eine Rolle. Seit Anfang 2015 bietet die Telekom die Hybrid Tarife an. Diese bündeln den DSL-Zugang mit LTE und ermöglichen es so, die Übertragungsmöglichkeiten beider Anschlussarten zu kombinieren. Mitte 2016 hatten 233.000

http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/breitbandatlas-mitte-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile und BMVI (2015): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2015) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, elektronisch verfügbar unter: http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-mitte-2015-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile.

¹³⁶ Eigene Darstellung basierend auf Daten aus: BMVI (2016): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2016) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, elektronisch verfügbar unter:

http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/breitbandatlas-mitte-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile.

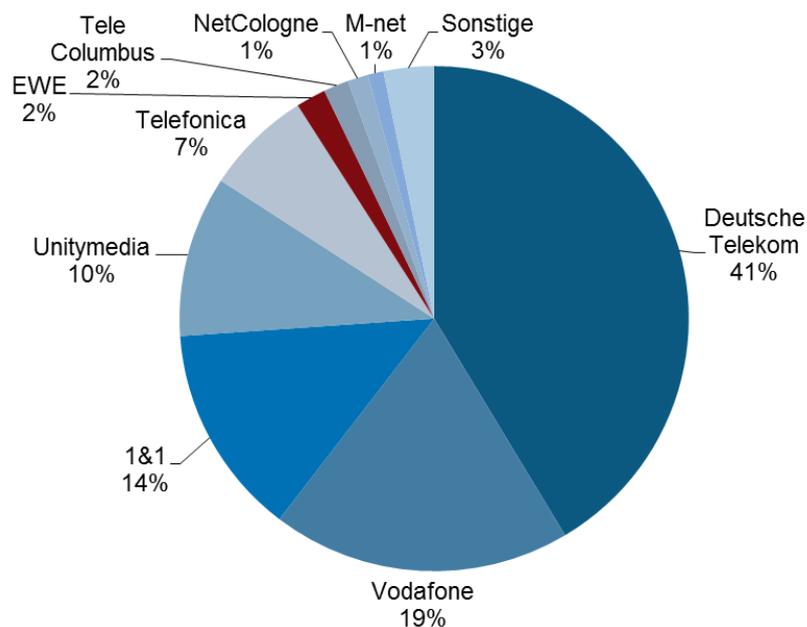
¹³⁷ Vgl. Homepages der Anbieter.

Kunden einen Hybrid Tarif gebucht. Die meisten dieser Anschlüsse befanden sich im ländlichen Bereich.¹³⁸ Vodafone stellte ihre hybride Zugangslösung auf der CeBIT 2015 vor. Diese kombiniert DSL, VDSL oder das Kabelnetz mit LTE oder auch UMTS.¹³⁹ Durch die Bündelung von jeweils 500 Mbit/s aus dem Kabelnetz und dem LTE-Netz sollen Geschwindigkeiten von 1 Gbit/s möglich sein.¹⁴⁰ Bislang werden jedoch keine Hybridlösungen seitens Vodafone auf dem Endkundenmarkt angeboten.

4.2 Wettbewerbssituation auf dem deutschen Breitbandmarkt

Der VATM hat jüngst Zahlen zur Wettbewerbssituation auf dem Breitbandmarkt kommuniziert (vgl. Abbildung 4-3).

Abbildung 4-3: Gesamtmarkt für Breitbanddienste, Marktanteil nach Kunden (Stand Mitte 2016)



Quelle: WIK.¹⁴¹

¹³⁸ Vgl. Deutsche Telekom (2016) Konzern Zwischenbericht, 1. Januar – 30. Juni 2016, S. 20, elektronisch verfügbar unter: <https://www.telekom.com/resource/blob/416418/ad1c29ad906ab86218b71cae604f0171/dl-2016-q2-allinone-data.pdf>.

¹³⁹ Vgl. Teltarif (2016): Vodafone: So funktioniert der Gigabit-Hybrid-Router, elektronisch verfügbar unter: <https://www.teltarif.de/vodafone-gigabit-hybrid-router/news/63184.html>.

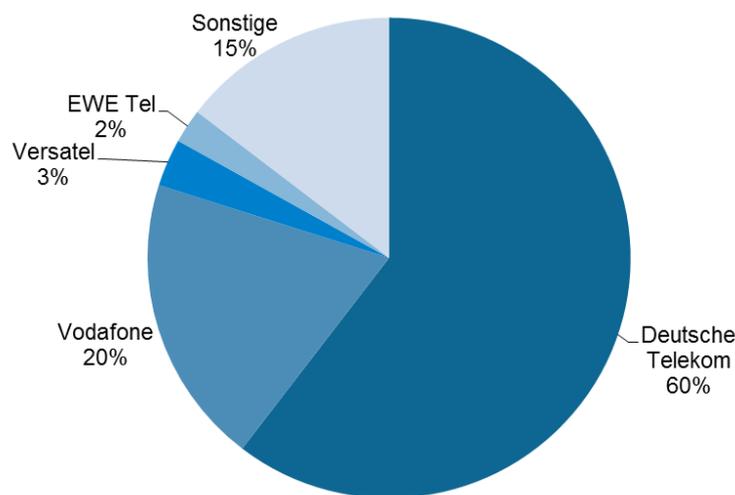
¹⁴⁰ Vgl. Vodafone (2016): Vodafone macht Deutschland bereit fürs Gigabit Business, elektronisch verfügbar unter: <http://www.vodafone.de/unternehmen/presse/pressearchiv2016-338131.html>.

¹⁴¹ Eigene Darstellung basierend auf Daten aus: VATM/Dialog Consult (2016): 18. TK-Marktanalyse Deutschland 2016, elektronisch verfügbar unter: http://www.vatm.de/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&g=0&t=1479489029&hash=9074b67816acd0edb61e14854313ab3943d4ed2f&file=uploads/media/VATM_TK-Marktstudie_2016_191016.pdf.

Gemäß dieser Zahlen verfügt die Deutsche Telekom über einen Marktanteil von 41%. Vodafone ist mit einem Marktanteil von 19% der stärkste Wettbewerber, gefolgt von 1&1 mit einem Marktanteil von 13,5%. Unitymedia kommt auf einen Marktanteil von 10,3%, wobei darauf hingewiesen werden muss, dass Unitymedia im Gegensatz zu den oben genannten Anbietern nicht bundesweit tätig ist und in ihrem Vermarktungsgebiet entsprechend über höhere Marktanteile verfügt.

Eine stärkere Konzentration ist zu beobachten, wenn man den Geschäftskundenmarkt betrachtet. Hier weisen lediglich die Telekom (60%) und Vodafone (20%) mehr als 10% Marktanteil auf und vereinen zusammen vier Fünftel des Marktes auf sich. Insbesondere die starke Stellung der Telekom in diesem tendenziell margenstarken Geschäft ist auffallend.

Abbildung 4-4: Festnetz Geschäftskunden, Marktanteil nach Anbieter (Stand Ende 2015)



Quelle: WIK.¹⁴²

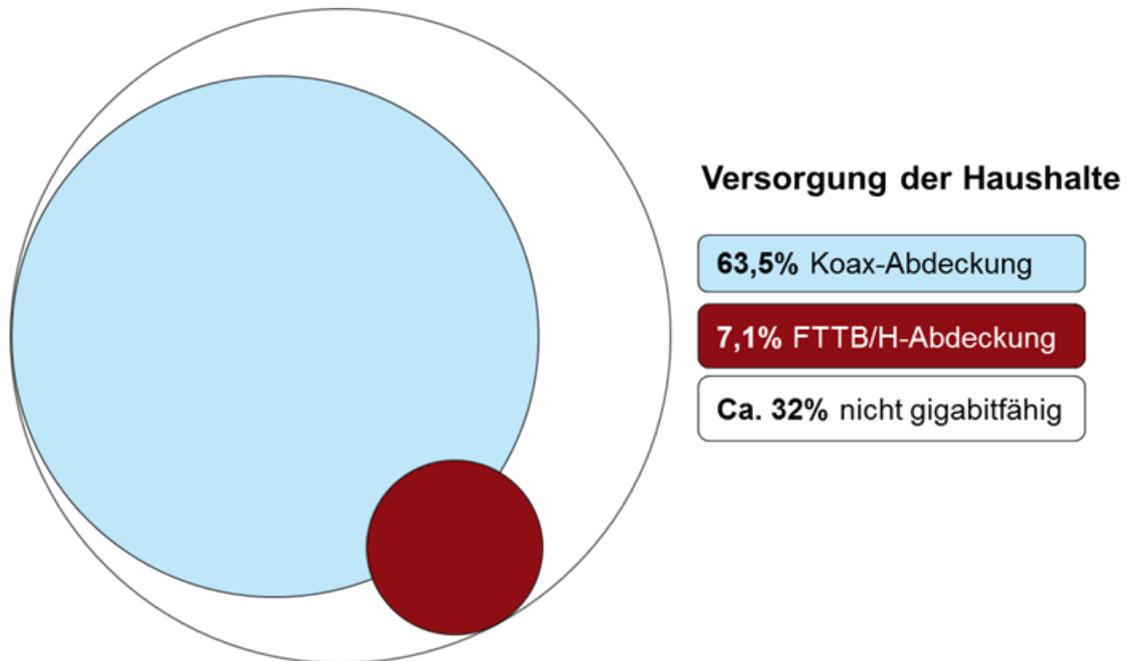
4.3 Verfügbarkeit und Nutzung von gigabitfähigen Netzen in Deutschland

Die vom Kabelnetz oder FTTB/H-Netz angeschlossenen Haushalte können bereits heute als gigabit-ready bezeichnet werden. Da das Kabelnetz eher in städtischen Gebieten ausgebaut ist und der kommerzielle Ausbau von FTTB/H-Netzen auch aufgrund der Kostenintensivität in diesen Gebieten erfolgt, ist davon auszugehen, dass sich die Infrastrukturen zu großen Teilen überlappen. In der folgenden Abbildung wird angenommen, dass von den 7,1% der FTTB/H Haushalte 4% außerhalb des Kabelnetzwerks liegen.

¹⁴² Eigene Darstellung basierend auf Daten aus: AMA (2016): ITK Marktmonitor, Anbieter Festnetz/Mobil, Gesamt/Größenklassen/Branchen.

Daraus ergibt sich, dass 32% der Haushalte bisher nicht an gigabitfähige Infrastruktur angeschlossen sind.

Abbildung 4-5: Haushaltsabdeckung mit gigabitfähigen Netzen¹⁴³ (Stand Mitte 2016)



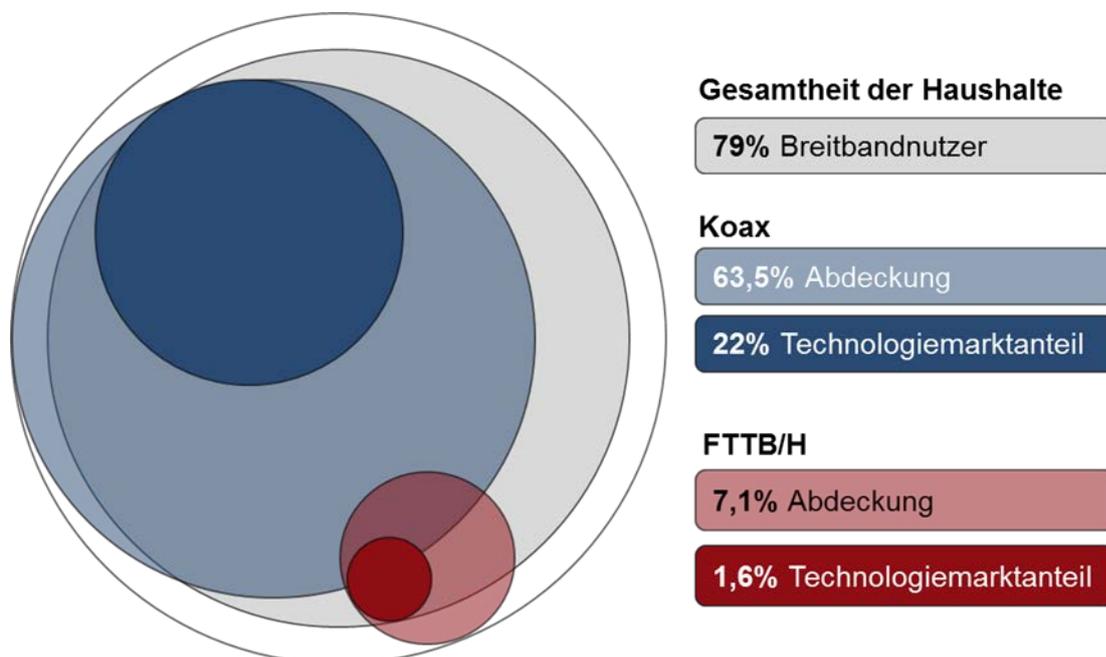
Quelle: WIK.¹⁴⁴

Abbildung 4-6 zeigt sowohl die Abdeckung der FTTB/H- und Koax-Netze in Bezug auf die Gesamthaushalte, als auch den Technologiemarkanteil bezogen auf die Gesamtheit aller deutschen Breitbandanschlüsse. Obwohl ein großer Anteil der Haushalte noch nicht an gigabitfähige Infrastrukturen angeschlossen ist, kommen diese Stand heute immerhin auf einen kumulierten Marktanteil von 23,6% der Breitbandanschlüsse in Deutschland.

¹⁴³ Es wird davon ausgegangen, dass Haushalte, die vom CATV-Netzwerk mit mindestens 50 Mbit/s versorgt werden können, als gigabitfähig bezeichnet werden können.

¹⁴⁴ Eigene Darstellung basierend auf Daten aus: BMVI (2016): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2016) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, elektronisch verfügbar unter: http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/breitbandatlas-mitte-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile.

Abbildung 4-6: Abdeckung und Nutzung gigabitfähiger Netze (Stand Mitte 2016)

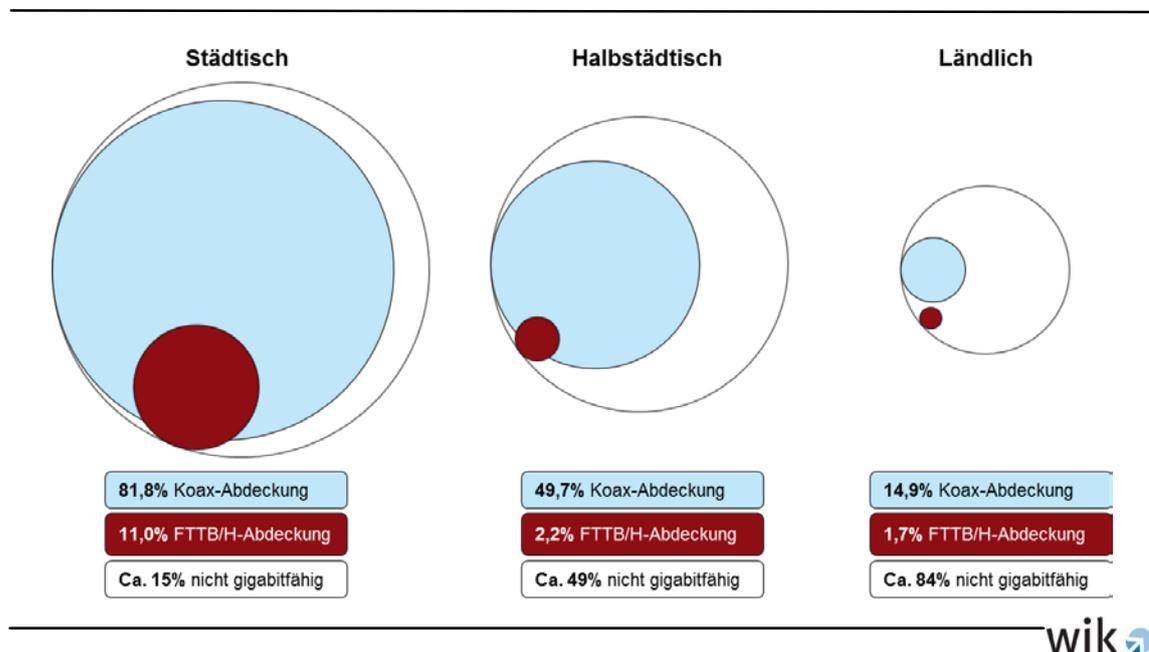


Quelle: WIK¹⁴⁵.

Wie bereits erwähnt, unterscheidet sich die Haushaltsabdeckung der Zugangstechnologien in städtischen, halbstädtischen und ländlichen Bereichen signifikant. Dies zeigen auch die Zahlen aus dem Breitbandatlas, die in der folgenden Darstellung aufbereitet sind.

145 Eigene Darstellung basierend auf Daten aus: BMVI (2016): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2016) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, elektronisch verfügbar unter: http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/breitbandatlas-mitte-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile und European Commission (2016): Broadband access in the EU, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/broadband-access-eu-data-july-2016>.

Abbildung 4-7: Haushaltsabdeckung mit gigabitfähigen Netzen nach Clustern
(Stand Mitte 2016)



Quelle: WIK. ¹⁴⁶

Für Geschäftskunden sind keine Zahlen verfügbar, die gesicherte Aussagen über die Versorgung von GK-Standorten mit gigabitfähigen Anschlüssen erlauben. Als Anhaltspunkt können die Zahlen des TÜV Rheinlands bezüglich der Versorgung mit mindestens 50 Mbit/s sowie Zahlen zur Abdeckung von Gewerben ohne FTTB/H Anschluss dienen. Aus letzteren geht hervor, dass insgesamt 23.703 Gewerbeflächen nicht an FTTB/H-Netze angeschlossen sind.¹⁴⁷ Auch wenn es sicherlich Gewerbeflächen gibt, die mit HFC versorgt werden, zeigt es doch, dass eine signifikante Menge der Gewerbe in Deutschland noch nicht gigabitfähig angeschlossen ist.

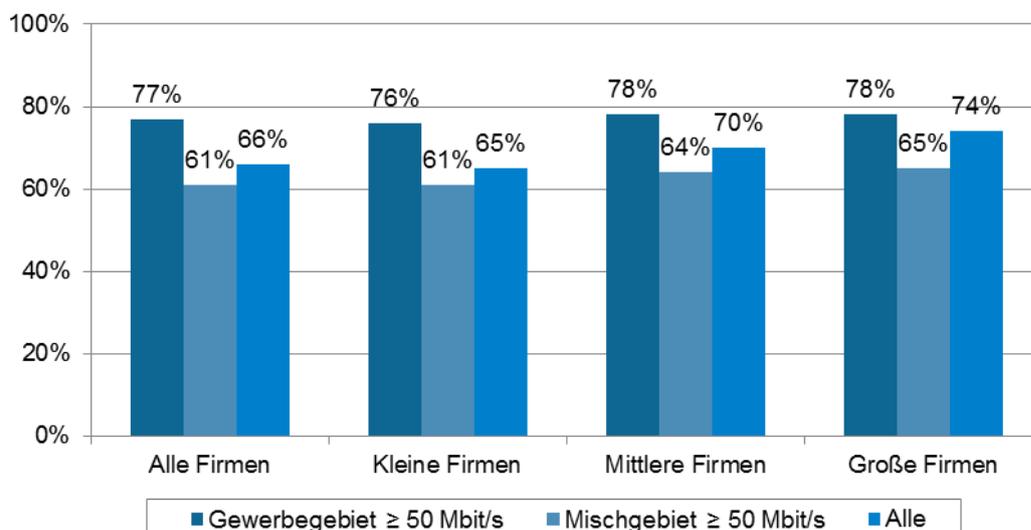
Die Zahlen des TÜV Rheinlands lassen jedoch Aussagen über die gewerbliche Versorgung mit Bandbreiten von über 50 Mbit/s zu. Die Unternehmen werden dabei in kleine (1-5 Beschäftigte), mittlere (6-100 Beschäftigte) und große (101-500 Beschäftigte) unterteilt. Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten werden dabei nicht berücksichtigt.

¹⁴⁶ Eigene Darstellung basierend auf Daten aus: BMVI (2016): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2016) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, elektronisch verfügbar unter:

http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/breitbandatlas-mitte-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile.

¹⁴⁷ Vgl. Deutscher Bundestag (2016): Drucksache 18/10156, S. 19, elektronisch verfügbar unter: <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/101/1810156.pdf>.

Abbildung 4-8: Gewerbliche Breitbandverfügbarkeit von mindestens 50 Mbit/s (Stand Mitte 2016)



Quelle: WIK. 148

Aus dieser Darstellung geht hervor, dass insgesamt 34% der Unternehmen keinen Zugang zu Bandbreiten von 50 Mbit/s und mehr haben. Es ist davon auszugehen, dass der Anteil der nicht mit gigabitfähigen Infrastrukturen versorgten Unternehmen signifikant höher liegt. Weitergehend fällt auf, dass Gewerbegebiete besser versorgt sind und prozentual mehr mittlere und große Firmen mit mindestens 50 Mbit/s versorgt sind. Der Unterschied zwischen mittleren und großen Firmen ist für die Versorgung mit 50 Mbit/s marginal. Es ist jedoch anzunehmen, dass sich dies für Gigabitanschlüsse ändert, da sich ein FTTB/H-Anschluss bei großen Unternehmen eher wirtschaftlich darstellen lässt, als bei mittleren.

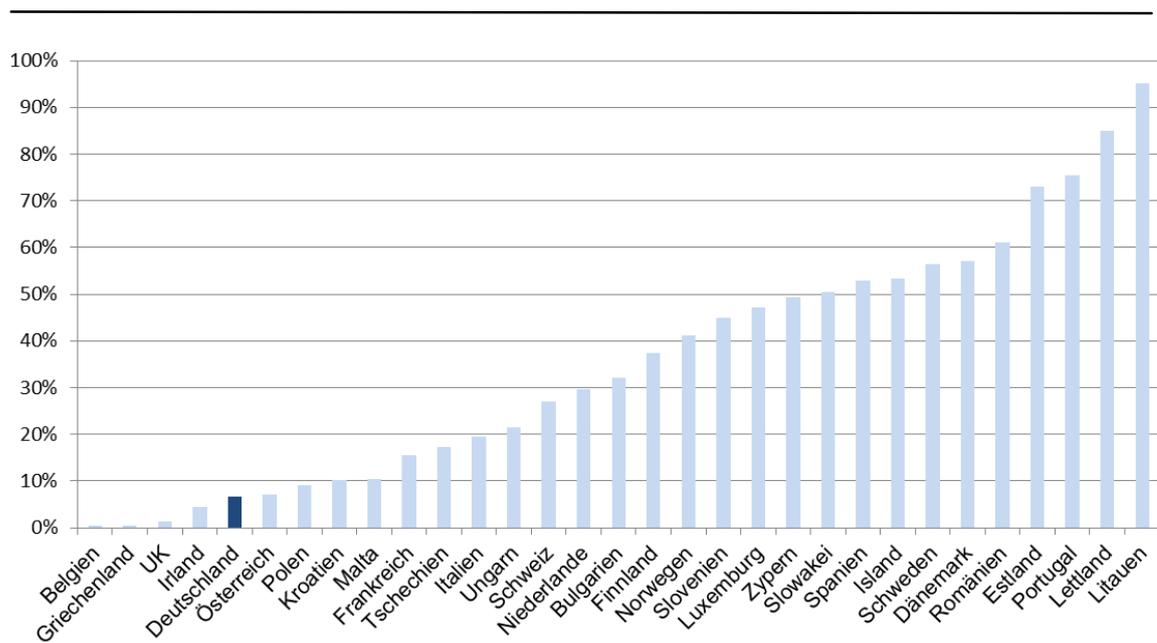
Bezüglich der Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten, also der sehr großen Unternehmen, ist anzunehmen, dass ein Großteil bereits über gigabitfähige Anschlüsse verfügt. Dies ist dadurch bedingt, dass diese meist über individuell realisierte, auf Glasfaser beruhende Breitbandanschlüsse verfügen.

148 Eigene Darstellung basierend auf Daten aus: BMVI (2016): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2016) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, elektronisch verfügbar unter: http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/breitbandatlas-mitte-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile.

4.4 Verfügbarkeit und Breitbandnutzung im europäischen Vergleich

In jüngster Zeit ist eine Reihe von Studien vorgelegt worden, die die Breitbandverfügbarkeit und -nutzung in einen internationalen Kontext stellen und nationale Ansätze mit Blick auf Gigabitnetze untersuchen.¹⁴⁹ Im Vergleich mit den EU-28-Staaten gehört Deutschland mit ca. 7% zu den Schlusslichtern in der Abdeckung mit FTTB/H (vgl. Abbildung 4-9). Insbesondere zu den skandinavischen und baltischen Ländern besteht eine große Lücke. In Litauen sind bereits 95% der Haushalte mit FTTB/H erreichbar.

Abbildung 4-9: FTTB/H-Abdeckung der EU-Staaten (Stand Mitte 2015)



Quelle: WIK.¹⁵⁰

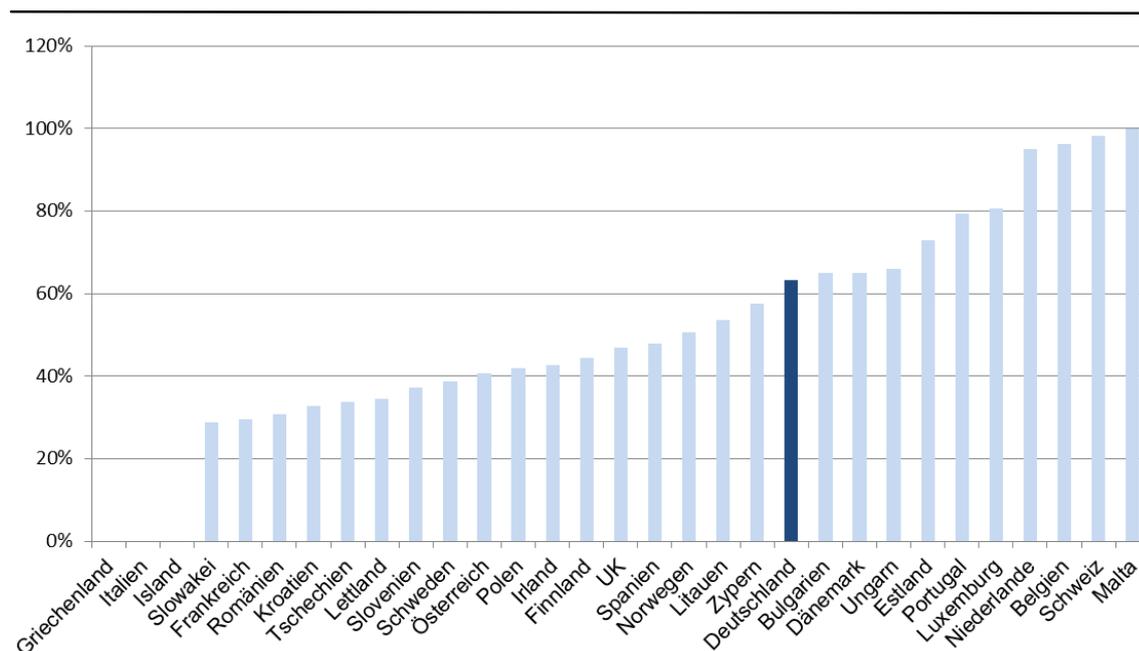
- ¹⁴⁹ Vgl. z. B. BEREC (2016): Challenges and drivers of NGA rollout and infrastructure competition, BoR (16), 171, elektronisch verfügbar unter: http://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/6488-berec-report-challenges-and-drivers-of-nga-rollout-and-infrastructure-competition. Neumann, K.-H.; Schwab, R. (2015): Europäische und weltweite Trends beim Aufbau von FTTB/H Netzen – Bedeutung für Deutschland, Studie für 1&1 Telecom GmbH, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: <http://www.wik.org/index.php?id=810>. Godlovitch, I.; Henseler-Unger, I.; Stumpf, U. (2015): Competition & investment: An analysis of the drivers of superfast broadband, Studie für Ofcom, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2015/Competition_and_investment_superfast_broadband.pdf
- ¹⁵⁰ Eigene Darstellung basierend auf Daten aus: European Commission (2016): Broadband coverage in Europe 2015, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/broadband-coverage-europe-2015>.

Hierfür gibt es eine Reihe von Ursachen:

- Im Vergleich zu zahlreichen der EU-28-Staaten verfügt Deutschland über ein vergleichsweise leistungsfähiges Kupfernetz, was lange Zeit ausreichend war, während in anderen Staaten, insbesondere in Osteuropa im Greenfield Glasfaser verlegt worden ist.
- Deutschland zählt zu den Mitgliedsstaaten, bei denen im NGA-Ausbau ein starker Fokus auf FTTC gelegt wird.¹⁵¹ Wesentlich ist hierbei insbesondere das 50 Mbit/s Breitbandziel der Bundesregierung.
- Schließlich verfolgt die Deutsche Telekom als Incumbent eine FTTC-Ausbaustrategie.

Bei der Abdeckung von Kabelnetzen befindet sich Deutschland mit 63% im europäischen oberen Mittelfeld.

Abbildung 4-10: Kabelnetz-Abdeckung der EU-Staaten (Stand Mitte 2015)



Quelle: WIK.¹⁵²

¹⁵¹ Nichtsdestotrotz lag Deutschland, Stand Juni 2015, mit einer Verfügbarkeit von FTTC von 48,5% ebenfalls nur im europäischen Mittelfeld. Vgl. European Commission (2016): Broadband coverage in Europe 2015, elektronisch verfügbar unter:

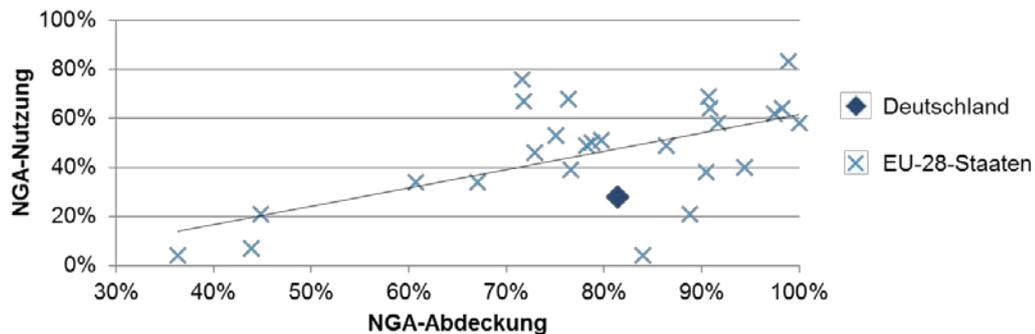
<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/broadband-coverage-europe-2015>.

¹⁵² Eigene Darstellung basierend auf Daten aus: European Commission (2016): Broadband coverage in Europe 2015, elektronisch verfügbar unter:

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/broadband-coverage-europe-2015>.

In der Gegenüberstellung von NGA-Abdeckung¹⁵³ und NGA-Nutzung fällt auf, dass der Anteil der NGA-Anschlüsse an der Gesamtzahl der Breitbandanschlüsse in Deutschland deutlich unter dem europäischen Durchschnitt liegt, während die Abdeckung mit NGA ziemlich genau dem europäischen Durchschnitt entspricht (vgl. Abbildung 4-11).

Abbildung 4-11: NGA-Verbreitung und -Nutzung in Europa (Stand Mitte 2015)



Quelle: WIK. ¹⁵⁴

Seitens der Marktteilnehmer wird die verhältnismäßig geringe Nachfrage nach hochbitratigen Anschlüssen häufig mit der niedrigen Zahlungsbereitschaft der Endkunden in Deutschland erklärt. Eine aktuelle Studie, die das WIK über die Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau durchgeführt hat, unterstützt diese Hypothese zumindest mit Blick auf FTTB/H nicht.¹⁵⁵ Es zeigte sich vielmehr, dass insbesondere Anbieter, die im ländlichen Bereich aktiv sind, Preisaufläge gegenüber den aggressivsten Preisen im Markt durchsetzen können und trotzdem hohe Take-up-Raten realisieren (vgl. auch Tabelle 5-1). Mit Blick auf den städtischen Bereich ist das Bild heterogener, gleichwohl sehen wir auch hier entsprechende Beispiele für erfolgreiche Entkopplungen vom Preiswettbewerb durch FTTB/H-Anbieter.

Ein relevanter Faktor für das vergleichsweise geringe Nachfrageniveau ist jedoch sicherlich, dass Deutschland nicht zu den Vorreitern der Digitalisierung in Europa gehört und auch die Nutzung von datenintensiven Diensten wie Gaming und TV weniger stark als in anderen Mitgliedsstaaten ausgeprägt ist.¹⁵⁶ Wir gehen jedoch davon aus, dass

¹⁵³ NGA Abdeckung ist definiert als Abdeckung der Haushalte mit VDSL, FTTP und DOCSIS 3.0 Netzwerken.

¹⁵⁴ Eigene Darstellung basierend auf Daten aus: European Commission (2016): Broadband coverage in Europe 2015, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/broadband-coverage-europe-2015>.

¹⁵⁵ Vgl. Wernick, C.; Henseler-Unger, I.; unter Mitarbeit von Strube Martins, S. (2016): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau, Studie im Auftrag des Bundesverband Breitbandkommunikation (BREKO), Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie_-_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf.

¹⁵⁶ Vgl. BEREC (2016): Challenges and drivers of NGA rollout and infrastructure competition, BoR (16), 171, elektronisch verfügbar unter: http://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/6488-berec-report-challenges-and-drivers-of-nga-rollout-and-infrastructure-competition.

entsprechende Trends in Deutschland in den kommenden Jahren ebenfalls an Bedeutung gewinnen werden (vgl. Kapitel 2.3).

Eine aktuelle Studie des WIK hat die Treiber hinter Investitionen in Gigabitnetze in zwölf führenden Wirtschaftsnationen untersucht. Als wesentliche Treiber wurden insbesondere folgende Aspekte identifiziert:¹⁵⁷

- Das Ausmaß an Infrastrukturwettbewerb durch Kabelnetzbetreiber und alternative Glasfaseranbieter
- Die Verlegungskosten sowie
- Nachfragebasierte Faktoren, wie insbesondere die Nutzung von Online-Video

Die spezifischen Gegebenheiten in Deutschland hinsichtlich aller drei Aspekte sind eher als problematisch einzuordnen. Zunächst sind 37% der Haushalte in Deutschland nicht an HFC-Netze angeschlossen. Infolgedessen findet für diese Haushalte kein Infrastrukturwettbewerb zwischen xDSL- und HFC-Netzen statt. Zudem profitiert der FTTH/H-Ausbau in Deutschland bisher nicht im selben Maße von Investments alternativer Glasfaseranbieter, wie es z. B. in Schweden oder den Niederlanden der Fall ist.

Die Verlegungskosten in Deutschland liegen zudem höher als in vielen anderen europäischen Ländern, da die Haushalte stärker in der Fläche verteilt sind und somit pro Haushalt höhere Material- und Tiefbaukosten notwendig sind. In diese Kostenkategorie fallen auch erhöhte Verlegungskosten, da die Kabel gemäß Bauverordnungen unterirdisch verlegt werden müssen. Hinzu kommt, dass der Breitbandausbau aufgrund der flächenmäßigen Größe Deutschlands auch sehr zeitintensiv ist.

Schließlich haben wie oben angesprochen datenintensive internetbasierte Dienste, wie z. B. VOD, in Deutschland für Privatkunden (noch) nicht den hohen Stellenwert, den sie in anderen Ländern haben.

¹⁵⁷ Vgl. Godlovitch, I.; Henseler-Unger, I.; Stumpf, U. (2015): Competition & investment: An analysis of the drivers of superfast broadband, Studie für Ofcom, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2015/Competition_and_investment_superfast_broadband.pdf.

5 Anreizstrukturen und Anbieterstrategien für Investitionen in Gigabitnetze

Kernaussagen:

- Es gibt verschiedene Anreize für Anbieter, in Gigabitnetze zu investieren:
 - Erhöhung des ARPU mit Bestandskunden durch Erweiterung des Produktportfolios
 - Gewinnung von Neukunden
 - Generierung von Umsätzen im Wholesale- und Geschäftskundensegment
 - Realisierung von strategischen Wettbewerbsvorteilen durch Unabhängigkeit und Technologieführerschaft
 - Aufbau einer Backbone- und Backhaulinfrastruktur für 5G
 - Angebot von Hybridprodukten
- Mit Blick auf den Ausbau ist eine heterogene Entwicklung zu erwarten:
 - Im städtischen Bereich ist mit einem marktgetriebenen Vollausbau und vielerorts auch mit Infrastrukturwettbewerb zu rechnen.
 - Auch in halbstädtischen Gebieten wird vielerorts marktgetrieben ausgebaut werden. Infrastrukturwettbewerb wird jedoch eher die Ausnahme bleiben.
 - Im ländlichen Raum ist nur punktuell marktgetriebener Ausbau zu erwarten.

Hinsichtlich des Ausbaus von Gigabitnetzen lassen sich Anreize identifizieren, die allen relevanten Spielern gemein sind und Anreize, die anbieterspezifischer Natur sind.

Im Folgenden werden zunächst Anreize vorgestellt, die über alle Anbieter hinweg gültig sind und alle Marktteilnehmer (ggf. unterschiedlich stark) betreffen, bevor in Kapitel 5.2 auf anbieterspezifische Anreize und die daraus resultierenden Unternehmensstrategien eingegangen wird.

5.1 Anbieterübergreifende Anreizstrukturen

5.1.1 Erhöhung der Umsätze mit Bestandskunden

Das Preisniveau auf dem deutschen Breitbandmarkt ist vergleichsweise gering. Es lässt sich jedoch beobachten, dass es einzelnen FTTH/B-Anbietern gelingt, sich von diesem Trend mit FTTB/H-Produkten zu entkoppeln.¹⁵⁸

¹⁵⁸ Vgl. Wernick, C.; Henseler-Unger, I.; unter Mitarbeit von Strube Martins, S. (2016): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau, Studie im Auftrag des Bundesverband Breitbandkommunikation (BREKO), Bad Honnef, S. 8, elektronisch verfügbar unter: [http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie - Erfolgsfaktoren FTTB-FTTH-Ausbau.pdf](http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie_-_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf).

Tabelle 5-1: Preisübersicht für 100 Mbit/s Produkte (Stand Oktober 2016)

Anbieter	Monatlicher Preis*	Uploadgeschwindigkeit	Technologie	Produktname
Telekom	38,01 €	40 MBit/s	VDSL/Vectoring	Magenta Zuhause L
Vodafone Kabel	25,41 €	6 Mbit/s	Kabel	Internet & Phone Kabel 100
Unitymedia	31,66 €	6 Mbit/s	Kabel	Internet Premium 120
Vodafone DSL	29,57 €	40 Mbit/s	VDSL/Vectoring	Internet & Phone DSL 100
Telefónica O2	34,16 €	40 Mbit/s	VDSL/Vectoring	O2 DSL All-in XL
1&1	27,90 €	20 Mbit/s	VDSL/Vectoring	DSL 100
NetCologne	34,68 €	40 Mbit/s	Glasfaser	Doppel Flat 100.000 kbit/s
M-net	35,31 €	40 Mbit/s	Glasfaser	Surf & Fon-Flat 100 Mbit/s
EWE	37,86 €	40 Mbit/s	VDSL/Glasfaser	EWE DSL 100 komfort
Stadtwerke Neumünster	51,04 €	20 Mbit/s	Glasfaser	SWN-NetT +Web 100
Deutsche Glasfaser	56,12 €	100 Mbit/s	Glasfaser	DGHome
NetCom BW	66,11 €	10 Mbit/s	VDSL/Glasfaser	ComHome basic 100.000

* Bruttopreis im Durchschnitt über 24 Monate, inkl. Versandkosten, Bereitstellung/Anschluss, Router und Berücksichtigung von Rabatten, jedoch ohne Bündelprodukte.

Quelle: WIK. ¹⁵⁹

Grundsätzlich ist die Zahlungsbereitschaft in ländlichen Regionen tendenziell höher, da dort weniger Infrastrukturwettbewerb stattfindet, als in der Stadt, und der Leidensdruck der Nachfrager offensichtlich höher ist.¹⁶⁰ Dennoch sollte es auch in städtischen Regionen möglich sein, über höhere vermarktete Geschwindigkeiten und verbesserte Qualitätsparameter sowohl die Kundenzufriedenheit und -bindung als auch den ARPU je Kunde zu steigern. Darüber hinaus bieten performante Netze die Chance, in Zukunft zusätzliche Erlöse durch die Vermarktung attraktiver Inhalte oder eine Erweiterung des Angebotsspektrums zu generieren, sei es in Eigenregie oder auch in Kooperation mit OTTs.

5.1.2 Gewinnung von Neukunden

Das WIK-Marktpotenzialmodell für die Bandbreitennachfrage 2025 zeigt, dass eine Erhöhung der Nachfrage hochbitratiger Anschlüsse zu erwarten ist (vgl. Kapitel 2.3.3). Investitionen in Gigabitinfrastrukturen bieten das Potenzial, diese steigende Nachfrage zur Neukundengewinnung zu verwenden. Darüber wird der adressierbare Markt durch den geografischen Netzwerkausbau erweitert, da die neu angeschlossenen Haushalte erst in die Lage versetzt werden, Neukunden bei dem ausbauenden Anbieter zu werden.

Abgesehen von Privat- und Geschäftsneukunden können auch Umsätze durch Wholesale generiert werden, zum einen durch die Vermarktung von Vorleistungsprodukten und zum anderen durch die Vermietung unbeschalteter Glasfasern. Zusätzlich haben

¹⁵⁹ Basierend auf Angaben auf den jeweiligen Unternehmenshomepages.

¹⁶⁰ Vgl. Stopka, U.; Pessier, R.; Flöße, S. (2013): Breitbandstudie Sachsen 2030, Zukünftige Dienste, Adaptionsprozesse und Bandbreitenbedarf, Studie im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, S. 55 f., elektronisch verfügbar unter:
http://www.smwa.sachsen.de/download/2013_TUD_SMWA_Breitbandstudie_Sachsen.pdf.

alternative Anbieter den Anreiz, durch die Bestandskundenmigrationen auf eigene, neu ausgerollte Anschlussnetze Vorleistungskosten einzusparen.

Allerdings ist anzumerken, dass das Umsatzpotenzial aus dem Neukundengeschäft aufgrund eines relativ gesättigten Marktes primär für alternative Wettbewerber und nicht für den Incumbent gilt. Mit Blick auf diesen erfüllt der Aufbau neuer Netze eher den Zweck, Kundenverluste im Bestand zu verhindern und zusätzlichen ARPU zu generieren.

5.1.3 Erweiterung des Dienstportfolios im Geschäftskundensegment

Im Vergleich zum Privatkundengeschäft bietet das Geschäftskundensegment im Gigabitbereich noch größere Potenziale, da die Deckungsbeiträge und Differenzierungsmöglichkeiten größer sind. Die Skalierbarkeit der Anschlüsse ermöglicht es, mit den Geschäftskunden zu wachsen und so bei Wachstum der Bandbreitennachfrage höherwertige Tarife anzubieten. Grundsätzlich kann durch Gigabitinfrastruktur auch der Leistungsumfang des Geschäftskundenportfolios verbreitert werden. Die Tarifmerkmale für Geschäftskunden gehen in einigen Punkten über die des Privatkundensegments hinaus:¹⁶¹

- Symmetrische Bandbreiten, um dem erhöhten Bedarf an Upload-Bandbreite gerecht zu werden
- Service Level Agreements, die die Ausfallsicherheit bzw. Verfügbarkeit von Diensten gewährleisten
- Unterschiedliche Qualitätsklassen, aus denen der Geschäftskunde auswählen kann und die dem Endkunden beispielsweise eine geringe Verzögerung oder minimierte Verlustrate zusagen
- Auf den spezifischen Geschäftskunden angepasste Zusatzleistungen, wie die Zuweisung statischer IP-Adressen, Bereitstellung von Domains für Unternehmenswebseiten und weiteren Services aus dem ITK-Bereich
- Flexible Bereitstellung von höheren Bandbreiten, falls nachgefragt, durch Skalierbarkeit des Anschlusses

Die o. g. Punkte erhöhen den Nutzen für Geschäftskunden, wodurch wiederum ein Preisaufschlag durchgesetzt werden kann. Somit ermöglicht der Anschluss von Geschäftskunden an Gigabitnetze für den Anbieter zum einen die Steigerung des ARPUs für bestehende Kunden und bietet zum anderen die Möglichkeit, Neukunden gezielt durch ein breites Portfolio an Tarifmerkmalen von Wettbewerbern abzuwerben.

¹⁶¹ Ausführliche Ausführungen finden sich in Wernick, C.; Strube Martins, S.; Bender, C. M.; Gries, C.-I. (2016): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland, Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, S. 37f., elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_BMWi_Breitbandnutzung_von_KMU.pdf.

5.1.4 Strategische Wettbewerbsvorteile

Wie eingangs gezeigt wurde, stellen Gigabitnetze eine, wenn nicht die zentrale Infrastruktur der Zukunft dar. Vor diesem Hintergrund haben entsprechende Netze nicht nur einen rein betriebswirtschaftlichen Wert, der sich an den erzielbaren Umsätzen bemisst, sondern sie bieten ihren Eignern langfristige strategische Wettbewerbsvorteile. Diese bestehen insbesondere in einer langfristig abgesicherten Technologieführerschaft sowie der Unabhängigkeit von Vorleistungen des Incumbents oder Dritten.

5.1.5 Nutzung von Fördergeldern

Schließlich stellt die Existenz von öffentlichen Förderprogrammen für Unternehmen einen Anreiz dar, sich im Breitbandausbau zu engagieren. Es ist zu beobachten, dass sich gerade bei Ausschreibungen für Betreibermodelle regional tätige Anbieter aus benachbarten Sektoren (z.B. Energie) verstärkt engagieren und diese als eine Möglichkeit für den Markteintritt in das Breitbandsegment nutzen.

5.2 Anbieterspezifische Anreize und Ausbaustrategien

Die Anbieterstrategien der Marktteilnehmer in Deutschland sind stark heterogen geprägt. Weder die Telekom noch die Kabelnetzbetreiber oder alternativen Anbieter verfolgen aktuell Ausbaustrategien, die die Abdeckung aller Haushalte mit gigabitfähigen Netzen zum Ziel haben.

5.2.1 Deutsche Telekom

5.2.1.1 Zielsetzung und Art der Investitionen

Die Deutsche Telekom hat es sich als Ziel gesetzt, bis 2018 80% der Haushalte mit Glasfaseranschlüssen zu versorgen. Damit verfolgt die Telekom als einziger Anbieter einen bundesweiten Ausbauansatz. Unter Glasfaseranschlüssen subsummiert die Telekom jedoch FTTB/H- und FTTC-Anschlüsse. Der Glasfaserausbau, der durch die Telekom erfolgt, basiert auf einer FTTC-Netzinfrastruktur. Lediglich Neubaugebiete, Anschlüsse, die durch den Anschlussinhaber mitfinanziert werden, und vereinzelt fernab von bestehenden KVz liegende Haushalte, die unter der Verwendung von Fördermitteln erschlossen werden und wirtschaftlicher durch FTTB/H erschlossen werden können, werden aktuell eigeninitiativ über FTTB/H an das Netzwerk der Telekom angeschlossen.¹⁶²

¹⁶² Vgl. Deutsche Telekom (2016): Mehr Breitband für mich: Telekom bietet FTTH-Anschlüsse nach Maß für Privatkunden, elektronisch verfügbar unter: <https://www.telekom.com/de/blog/netz/artikel/mehr-breitband-fuer-mich--telekom-bietet-ftth-anschluesse-nach-mass-fuer-privatkunden-65574>, sowie Teltarif (2016): FTTH: Auch die Telekom baut Glasfaser bis zum Kunden – wenn es passt, elektronisch verfügbar unter: <https://www.teltarif.de/telekom-glasfaser-ftth-ausbau/news/66386.html>.

5.2.1.1.1 Netzwerkausbau

Es ist zu erwarten und zu beobachten, dass die Telekom verstärkt dort investiert, wo Kabelnetzwerke vorhanden sind. Dies geht u. a. aus dem Ziel hervor, bis 2018 550 Mbit/s im Kabel-Footprint anzubieten.¹⁶³ Diese Geschwindigkeiten sollen durch hybride VDSL- und LTE-Zugangsprodukte erreicht werden.¹⁶⁴ Der Parallelausbau zielt darauf ab, Kundenabwanderungen in die Kabelnetze möglichst gering zu halten. Gleiches gilt für den Überbau von FTTC- aber auch FTTB/H-Ausbauprojekten regionaler Anbieter. In dieser Strategie ist auch die viel diskutierte Entscheidung zu Vectoring im HVT-Nahbereich (Vectoring 2)¹⁶⁵ ein wichtiger Baustein, da es eine hohe Überlappung zwischen dem HVT-Nahbereich und dem Footprint der Kabelnetzbetreiber gibt und gleichzeitig einem drohenden FTTB/H-Ausbau durch alternative Anbieter Vorschub geleistet wird.

Gebiete, die nicht innerhalb des Kabel-Footprints liegen oder durch Wettbewerber im Eigenausbau erschlossen werden, stehen aufgrund des mangelnden Wettbewerbsdrucks nicht primär im Fokus des Ausbaus. Entsprechende Ausbauten wären betriebswirtschaftlich nur dann vertretbar, wenn sich durch diese signifikante Mehreinnahmen realisieren ließen. Da die Telekom jedoch außerhalb des Kabel-Footprints über sehr hohe Marktanteile verfügt und große Teile der Wertschöpfung auch bei Wettbewerberschlüssen über xDSL in ihrem Netz erfolgen, ist das zusätzliche Umsatzpotenzial bei einem gleichzeitigen geringen Risiko von signifikanten Umsatzverlusten durch Kundenabgänge gering. In Konsequenz erscheint ein großflächiger Ausbau in Eigeninitiative in solchen Gebieten wenig wahrscheinlich.

Hiervon abweichende Investitionskalküle sind bei der Erschließung von Geschäftskundenstandorten denkbar. Im Rahmen der deutschen KMU Initiative der Telekom werden IT Cloud, M2M und DeutschlandLAN in den strategischen Fokus für die KMU Sparte gestellt.¹⁶⁶ IT Cloud und die darunter gefassten verbundenen Services, wie „Workplace as a Service“, „Cloud Computing“, „Software as a Service“ etc., stellen selbst hohe Ansprüche an die Netzinfrastruktur. Dieser Umstand erhöht die Attraktivität von FTTB/H-Investitionen für Geschäftskundenstandorte, da neben den Konnektivitätsumsätzen auch zusätzliche GK-Produkte vertrieben werden können. Zugleich ist zu beobachten,

163 Vgl. Deutsche Telekom (2015): Kapitalmarkttag 2015, elektronisch verfügbar unter: <https://www.telekom.com/resource/blob/387594/a13cf97549e316e4d95bf50129942f64/dl-9-presentation-aio-data.pdf>.

164 Vgl. Deutsche Telekom (2016): Heftige Debatte im „Ländle“: Die Rückverstaatlichung droht, elektronisch verfügbar unter: <https://www.telekom.com/de/blog/netz/artikel/im-laendle-droht-die-rueckverstaatlichung-443972>.

165 Vgl. Bundesnetzagentur (2016): Regulierungsverfügung bezüglich des Zugangs zur Teilnehmeranschlussleitung betreffend die Telekom Deutschland GmbH, Beschluss der BK3, 01. September 2016, elektronisch verfügbar unter: http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK3-GZ/2015/2015_0001bis0999/BK3-15-0004/BK3-15-0004_Regulierungsverfuegung_download.pdf?_blob=publicationFile&v=4.

166 Vgl. Deutsche Telekom (2015): Kapitalmarkttag 2015, elektronisch verfügbar unter: <https://www.telekom.com/resource/blob/387594/a13cf97549e316e4d95bf50129942f64/dl-9-presentation-aio-data.pdf>.

dass auch Wettbewerber verstärkt in dieses Geschäftsfeld drängen und in eigene Anschlussinfrastruktur investieren, was den Wettbewerbsdruck zusätzlich erhöht.

Ein weiterer, für den Ausbau relevanter Aspekt, sind lokale Synergien zum Ausbau des Mobilfunknetzwerks. Die Makrozellen der Telekom sind bereits an das Glasfasernetzwerk angeschlossen¹⁶⁷, jedoch sieht die Mobilfunk Netzwerkstrategie den Aufbau von heterogenen Netzwerken vor.¹⁶⁸ Die Picozellen dieses Hetnets erfordern ebenfalls Backhaul-Verbindungen. Durch den dazu notwendig werdenden Ausbau können Synergien mit dem Ausbau der Festnetze erzielt werden. Da diese Verdichtung des Netzwerks zum Ziel hat, Kapazitäten an Orten mit starker Belastung auszubauen, ist auch hier davon auszugehen, dass diese Synergien eher im städtischen Bereich zu umfangreicherem Glasfaserausbau führen werden.

Abgesehen vom strategisch motivierten, kommerziellen Ausbau ist die Telekom auch stark im geförderten Breitbandausbau engagiert. Insbesondere bei Ausschreibungen auf Basis des Deckungslückenmodells (vgl. Kapitel 7.1.1) werden hohe Zuschlagsquoten erreicht.

5.2.1.1.2 Bevorstehende Upgrades der Technologie

Die Telekom ließ bereits verlauten, dass sie G.fast einsetzen wird. Unklar ist jedoch, in welcher Netzarchitektur diese Technologie zum Einsatz kommen wird. Grundsätzlich sind drei Optionen denkbar, die auch miteinander kombinierbar wären:

- Die Telekom setzt nach 2018 auf FTTB und nutzt die G.fast-Technologie, um trotz Kupfer-Inhausverkabelung Gigabitgeschwindigkeiten zum Kunden bringen zu können.
- Die Telekom baut Glasfaser bis zu einem Distributionspunkt zwischen KVz und Haushalt aus (FTTdp) und setzt dort G.fast ein. Dazu wäre die Errichtung von Distributionspunkten notwendig, da in Deutschland nur wenige dieser Netzwerkpunkte vorhanden sind. Dieser Ansatz wird heute von Swisscom in der Schweiz umgesetzt.¹⁶⁹
- Die Telekom setzt G.fast, ähnlich wie Vectoring, in den KVz ein und erreicht so die Nahbereiche der KVz. Dieses Vorgehen entspräche dem von BT in UK.¹⁷⁰

¹⁶⁷ Vgl. Schwab, R. (2015): Stand und Perspektiven von LTE in Deutschland, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 394, Bad Honnef, S. VII.

¹⁶⁸ Vgl. Deutsche Telekom (2015): Kapitalmarkttag 2015, elektronisch verfügbar unter: <https://www.telekom.com/resource/blob/387594/a13cf97549e316e4d95bf50129942f64/dl-9-presentation-aio-data.pdf>.

¹⁶⁹ Vgl. Swisscom (2016): Swisscom schaltet G.fast als erste europäische Telekommunikationsanbieterin live, elektronisch verfügbar unter: <https://www.swisscom.ch/de/about/medien/press-releases/2016/10/20161018-MM-Gfast.html>.

¹⁷⁰ BT setzt G.fast an den KVz ein, um bis zu 350 m entfernte Haushalte mit bis zu 300 Mbit/s zu versorgen. Vgl. Jackson, M. (2016): BT Openreach reveals G.fast Broadband Cabinet Extension Pod, elektronisch verfügbar unter: <http://www.ispreview.co.uk/index.php/2016/06/bt-openreach-reveals-g-fast-broadband-cabinet-extension-pod.html>.

Ein weiterer relevanter Aspekt ergibt sich aus der Hybridtechnologie. Die Telekom zielt darauf ab, das Festnetz für die grundlegende, zuverlässige Internetversorgung einzusetzen und dazu das Mobilfunknetz zur Erhöhung der Bandbreite dazu zu schalten.¹⁷¹ Das Kalkül hierbei ist, die für Endkunden verfügbare Bandbreite zu erhöhen, ohne in die Verlegung von Glasfaser bis zum Kunden investieren zu müssen.

5.2.2 Vodafone

5.2.2.1 Zielsetzung und Art der Investitionen

Vodafone bietet ihren Kunden Breitbandinternet über HFC und xDSL an. Dies wird über das eigene Kabelnetzwerk und Vorleistungsprodukte der Telekom realisiert. Eigenes Kabelnetzwerk ist in allen Bundesländern, außer in Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Hessen, vorhanden. Die Haushalte, die nicht im Kabel-Footprint liegen, versorgt die Vodafone über Vorleistungsprodukte der Telekom.

5.2.2.2 Netzwerkausbau

Wie im Kapitel zur HFC-Technologie bereits dargestellt, wurde das Kabelnetzwerk in den vergangenen Jahren nicht signifikant geografisch erweitert.

Innerhalb des ehemaligen KDG-Netzwerks sieht es die Vodafone-Strategie vor, weiter Glasfaser auszubauen. Zum einen wird Glasfaser unter bestimmten Voraussetzungen bspw. bei Gebäudeneubauten oder Geschäftskunden bis zum Endkunden verlegt, und zum anderen wird durch Node Splitting der Glasfaseranteil am HFC-Netz erhöht. Diese Maßnahmen zielen darauf ab, die Nachteile des Shared Mediums zu verringern.

Weitergehend ist Vodafone auch im geförderten Breitbandausbau aktiv.¹⁷² Im Rahmen solcher Ausbauprojekte erzielt Vodafone auch Synergien mit ihrem Mobilfunknetz, indem Mobilfunkstationen an Glasfaser angeschlossen werden. Darüber hinaus lassen sich, ähnlich wie bei der Telekom, auch Synergien mit dem Ausbau der Backhaul-Infrastruktur für zukünftige Hetnets realisieren.

Vor diesem Hintergrund könnte es für Vodafone perspektivisch eine strategische Option darstellen, außerhalb ihres HFC-Netzwerks in Zukunft verstärkt eigene FTTB/H-Anschlussnetzwerke auszubauen.

¹⁷¹ Vgl. Deutsche Telekom (2015): Kapitalmarkttag 2015, elektronisch verfügbar unter: <https://www.telekom.com/resource/blob/387594/a13cf97549e316e4d95bf50129942f64/dl-9-presentation-aio-data.pdf>.

¹⁷² Vgl. hier als Beispielprojekt mit Modellcharakter: Vodafone (2016): Pilotprojekt mit Modell-Charakter in Bayern, elektronisch verfügbar unter: <https://www.vodafone.de/unternehmen/presse/pressearchiv2016-407177.html>.

5.2.2.3 Bevorstehende Upgrades der Technologie

Das Upgrade auf DOCSIS 3.1 ist bereits in der Umsetzung und zielt darauf ab, dem Endkunden zeitnah 1 Gbit/s zur Verfügung stellen zu können und perspektivisch bis zu 10 Gbit/s zu erreichen.¹⁷³ Vodafone wird DOCSIS 3.1 kommerziell anbieten, sobald kompatible Kabelmodems verfügbar sind.¹⁷⁴ Daher ist davon auszugehen, dass die ersten Haushalte bereits 2017 theoretisch mit Gigabitgeschwindigkeiten durch DOCSIS 3.1 versorgt werden können. Ein weiterer Anreiz, auf DOCSIS 3.1 aufzurüsten, ergibt sich daraus, dass das Full Duplex Protocol es ermöglicht, Unternehmen mit symmetrischen Anschlüssen über das HFC-Netzwerk zu versorgen. Schließlich wird Vodafone innerhalb des HFC-Footprints durch das DOCSIS 3.1-Upgrade mittelfristig die Geschwindigkeitsvorteile gegenüber den xDSL-Anbietern absichern, die wesentlich zum anhaltenden Wachstum der Kundenzahlen im HFC beitragen.

Vodafone arbeitet zur Zeit an einer Hybridlösung, die ähnlich wie die der Telekom leitungsgebundene und drahtlose Zugangsnetze bündelt. Auf der CeBIT 2016 stellte Vodafone einen Hybridrouter vor, der Kabelinternet und Mobilfunk bündelt und so bis zu 1 Gbit/s erreicht.¹⁷⁵

5.2.3 Unitymedia

5.2.3.1 Zielsetzung und Art der Investitionen

An das HFC-Netz von Unitymedia sind 12,9 Millionen Haushalte in Nordrhein-Westfalen, Hessen und Baden-Württemberg angeschlossen.¹⁷⁶ Unitymedia ist aktuell nur innerhalb dieses Footprints aktiv.

5.2.3.2 Netzwerkausbau

In der Vergangenheit lag der Investitionsfokus von Unitymedia auf dem Upgrade bestehender Infrastruktur durch das Update auf DOCSIS und Node Splitting. Somit wurden nur wenige neue Haushalte an das HFC-Netz angeschlossen. Die bisherige Strategie sieht zukünftig keine großflächige geografische Expansion des Netzwerks vor. Jedoch könnte sich das ändern. In England startete das Programm „Project Lightning“, welches sich zum Ziel gesetzt hat, 4 Millionen Haushalte bis 2019 neu an das Netzwerk anzu-

¹⁷³ Vgl. Vodafone (2016): Vodafone Germany Open Office, elektronisch verfügbar unter:

<http://www.vodafone.com/content/dam/group/investors/downloads/presentations/2016-09-29-Vodafone-Germany-Open-Office-Presentation.pdf>.

¹⁷⁴ Vgl. Golem (2015): Vorbereitungen auf den 10-Gbit-Standard laufen auf Hochtouren, elektronisch verfügbar unter: <http://www.golem.de/news/kabel-deutschland-vorbereitungen-auf-1-gbit-standard-laufen-auf-hochtouren-1509-116246.html>.

¹⁷⁵ Vgl. Pieruschka, M. (2016): CeBIT 2016: Vodafone stellt Hybrid vor, elektronisch verfügbar unter: <https://www.4g.de/news/cebit-2016-vodafonehybrid-10658/>.

¹⁷⁶ Vgl. Liberty Global (2016): Third Quarter 2016 Fixed Income Release, elektronisch verfügbar unter: <http://www.libertyglobal.com/pdf/fixed-income/Unity-Media-Fixed-Income-Q3-2016-FINAL.pdf>.

schließen. Priorisiert ausgebaut werden Haushalte, die sich in der Nähe des Netzwerks befinden, um diesen eine Alternative zum Netzwerk des Incumbents BT bereitzustellen.¹⁷⁷ Im Jahresbericht 2015 von Liberty Global wird zudem erwähnt, dass es erwägt wird, ähnliche Investitionen in anderen Märkten zu tätigen.¹⁷⁸

Neuere Statements seitens Unitymedia weisen darauf hin, dass diese strategische Richtung auch in Deutschland umgesetzt werden könnte und Unitymedia Neuerschließungen in größerem Stile plant.¹⁷⁹ Ein weiterer Ausbau reduziert zudem die Werbekosten pro Neukunde, da durch die Erweiterung des Footprints Streuverluste verringert werden.

5.2.3.3 Bevorstehende Upgrades der Technologie

Erste Unitymedia Netzabschnitte sind bereits für DOCSIS 3.1 vorbereitet. Der Einsatz des neuen Übertragungsstandards spielt im Unitymedia Netzausbau eine zentrale Rolle¹⁸⁰. Die Vorbereitungen für die ersten Gigabitstädte laufen bereits¹⁸¹. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Einführung von DOCSIS 3.1 im Jahr 2017 anlaufen wird. Infolge dessen wird Unitymedia auch in der Lage sein, Geschäftskunden mit symmetrischen Leitungen über bestehende HFC-Anschlüsse zu versorgen. Darüber hinaus gilt ebenso wie für die HFC-Aktivitäten von Vodafone, dass Unity durch die Einführung von DOCSIS 3.1 den Geschwindigkeitsvorsprung gegenüber xDSL-basierten Angeboten absichert, wodurch in weiten Teilen des Footprints ein Alleinstellungsmerkmal besteht.

5.2.4 Alternative nationale Anbieter

5.2.4.1 Telefónica O2

Telefónica hat in den vergangenen Jahren einen strategischen Schwenk in seiner Festnetzsparte vollzogen. Während in der Vergangenheit Kundenanschlüsse auf Grundlage eigener Infrastruktur und von TAL-Anschlüssen der Telekom realisiert wurden, zieht

¹⁷⁷ Vgl. Virgin Media (2016): Virgin Media and Liberty Global announce largest investment in UK's internet infrastructure for more than a decade, elektronisch verfügbar unter: <http://www.virginmedia.com/corporate/media-centre/press-releases/virgin-media-and-liberty-global-announce-largest-investment-in-uks-internet-infrastructure-for-more-than-a-decade.html>.

¹⁷⁸ Vgl. Liberty Global (2016): Annual Report 2015, S. 4, elektronisch verfügbar unter: <http://www.libertyglobal.com/annual-report-2015/download/Liberty-Global-US-Annual-Report-2015.pdf>.

¹⁷⁹ Vgl. Kölner Stadtanzeiger (2016): Kabelnetzbetreiber wächst deutlich Unitymedia plant Netzausbau im großen Stil, elektronisch verfügbar unter: <http://www.ksta.de/wirtschaft/kabelnetzbetreiber-waechst-deutlich-unitymedia-plant-netzausbau-im-grossen-stil-22769936>.

¹⁸⁰ Vgl. Unitymedia (2016): Gigabit-Internet: Unitymedia forciert Netzausbau mit Gigasphere, elektronisch verfügbar unter: https://www5.unitymedia.de/content/dam/unitymedia-de/umkbw/doc/160608_Pressemitteilung_Netzausbau_Unitymedia_Gigasphere.pdf.

¹⁸¹ Vgl. Unitymedia (2016): Unitymedia wächst weiter, macht 400 Mbit/s für zehn Millionen Haushalte verfügbar und arbeitet an Gigabit-Anschlüssen, elektronisch verfügbar unter: <https://newsroom.unitymedia.de/pressemitteilungen/unitymedia-waechst-weiter-macht-400-mbits-fuer-zehn-millionen-haushalte-verfuegbar-und-arbeitet-an-gigabit-anschlussen/#view>.

sich Telefónica mehr und mehr aus dem infrastrukturbasiertem Festnetzgeschäft zurück.¹⁸² Stattdessen werden Bitstrom-Vorleistungsprodukte der Telekom bezogen und vermarktet. Zudem vermarktet Telefónica auch FTTH/B-Anschlüsse im Großraum Hamburg auf Grundlage eines Wholebuy-Vertrages mit wilhelm.tel.

Obwohl Telefónica ähnlich wie Vodafone und die Telekom vor der Herausforderung steht, Mobilfunkstandorte mit Glasfaser anbinden zu müssen, ist zum heutigen Zeitpunkt kein Strategiewechsel hin zu einem Eigenausbau von Glasfaserinfrastruktur ersichtlich.

5.2.4.2 1&1

1&1 bietet ihren Endkunden xDSL-Anschlüsse an. Diese werden über Vorleistungsprodukte des Incumbents und alternativer Anbieter (auf Basis der TAL) über die Telekom-Plattform realisiert.

1&1 hat gemeinsam mit dem Schwesterunternehmen 1&1 Versatel zusätzlich eine Aggregator-Plattform entwickelt, welche den Bezug von Vorleistungen über alternative Vorleistungspartner ermöglicht. Als erster Partner wurde jüngst wilhelm.tel gewonnen, weitere sollen folgen.¹⁸³ Die Plattform ermöglicht es den Partnern, von der Vertriebsstärke der 1&1 zu profitieren und der 1&1, ihre Kunden an bestehende FTTH/B-Anschlussnetze anzuschließen und damit das Vermarktungspotenzial räumlich und kapazitiv zu erweitern.

Durch den Zukauf der Versatel Ende 2014 wurde 1&1 zudem zum Anbieter mit dem zweitlängsten Glasfasernetz Deutschlands. Auch wenn nicht absehbar ist, dass 1&1 beabsichtigt, ein eigenes Anschlussnetz für Privatkunden zu errichten, werden durch Versatel Geschäftskundenstandorte direkt mit Glasfaser erschlossen. Die Strategie von 1&1 sieht vor, bundesweit systematisch Gewerbegebiete mit Glasfaser zu erschließen, wobei den Geschäftskunden keine Kosten für Tiefbauarbeiten, den Hausanschluss und die Freischaltung des technischen Equipments in Rechnung gestellt werden.¹⁸⁴

¹⁸² Vgl. Wernick, C.; Gries, C.-I.; Bender, C., Tenbrock, S.; Strube Martins, S. (2016): Regionale TK-Akteure im globalen Wettbewerb, Studie im Auftrag des Breitbandbüros Hessen bei der Hessen Trade & Invest GmbH, S. 28 f., elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Regionale_TK_Akteure_im_globalen_Wettbewerb.pdf.

¹⁸³ Vgl. 1&1 (2016): 1&1 kooperiert mit wilhelm.tel, elektronisch verfügbar unter: <http://newsroom.1und1.de/2016/08/16/11-kooperiert-mit-wilhelm-tel/>.

¹⁸⁴ Vgl. Golem (2016): 1&1 Versatel baut ihr Glasfasernetz aus, elektronisch verfügbar unter: <http://www.golem.de/news/glasfaser-business-1-1-versatel-baut-ihr-glasfasernetz-aus-1611-124515.html>.

5.2.5 Regionale Anbieter

5.2.5.1 Geschäftsmodelle

Ungefähr 80% der vorhandenen FTTB/H-Anschlüsse entfallen auf alternative Anbieter.¹⁸⁵ Hierbei handelt es sich hauptsächlich um regionale Anbieter. Die größten zusammenhängenden FTTB/H-Infrastrukturen befinden sich an den Standorten München (M-net), Köln (NetCologne) und im Großraum Hamburg (wilhelm.tel). Dazu haben auch weitere, meist kommunal geprägte Unternehmen in Anschlussinfrastrukturen bis zum Endkunden investiert. Unternehmen wie M-net, NetCologne, EWE und wilhelm.tel sind Tochterunternehmen von Stadtwerken, denen es gelungen ist, eigene Marken zu etablieren und eine umfangreiche Kundenbasis aufzubauen. Kommunal geprägte Anbieter können im Gegensatz zu rein privatwirtschaftlichen TK-Akteuren Synergien mit anderen Geschäftsfeldern erzielen¹⁸⁶ und Externalitäten des Glasfaserausbaus in ihre Investitionsrechnung einbeziehen, da diese für Kommunen und Gemeinden einen zusätzlichen „Gewinn“ in Form einer Wohlfahrtserhöhung darstellen. Zudem können sie aufgrund längerer Amortisationszeiträume von verbesserten Finanzierungsbedingungen profitieren.¹⁸⁷ Im Ergebnis wird bei gegebenem Mitteleinsatz ein großflächigerer Ausbau möglich.

5.2.5.2 Netzwerkausbau

Wie die Bezeichnung schon impliziert, sind regionale Anbieter innerhalb einer Kommune, Stadt oder Region tätig. Dass dies jedoch nicht dabei bleiben muss, zeigt das Beispiel der NetCologne. Dem ursprünglichen Ausbauggebiet Köln folgten umliegende Gebiete. So werden neben Köln mittlerweile auch große Teile und umliegende Gebiete vom NetCologne Netzwerk abgedeckt.¹⁸⁸ Ähnliche Ausbreitungsmuster sind auch für andere regionale Anbieter zu beobachten. Vor diesem Hintergrund erscheint es als wahrscheinlich, dass regionale Anbieter zukünftig weitere Gebiete erschließen und somit neue Haushalte an Ihr Netzwerk anschließen werden.

185 Vgl. BREKO (2016) Glasfasernetze: Grundlage für Wachstum und Wohlstand in Deutschland, in: BREKO: Breitband Kompass 2016/2017, S. 29, elektronisch verfügbar unter:

http://www.brekoverband.de/fileadmin/user_upload/Breitbandkompass/BREKO_Breitband_Kompass_2016_2017.pdf.

186 Ein Beispiel dazu wären Stadtwerke, die bestehende Tiefbauressourcen für das Geschäftsfeld Energie auch im Breitbandausbau einsetzen könnten.

187 Vgl. Wernick, C.; Henseler-Unger, I.; unter Mitarbeit von Strube Martins, S. (2016): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau, Studie im Auftrag des Bundesverband Breitbandkommunikation (BREKO), Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter:

http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie_-_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf.

188 Vgl. FTTH Council (2012): FTTH Case study – NetCologne, elektronisch verfügbar unter:

http://www.ftthcouncil.eu/documents/CaseStudies/NETCOLOGNE_ENGLISH.pdf.

Viele regionale Anbieter setzen auf einen Technologiemix aus FTTC- und FTTB/H-Anschlüssen. Die Vectoring 1 Entscheidung der BNetzA vom 29.08.2013¹⁸⁹ hatte zur Folge, dass zwischen der Telekom und regionalen Anbietern ein Wettlauf um die Erschließung von attraktiven KVz entstanden ist, der auf die möglichst flächendeckende Absicherung der Kundenpotenziale in den jeweiligen Verbreitungsgebieten abzielt. Ein Ausbau auf Basis von FTTB und FTTH findet aktuell nur in relativ kleineren Clustern auf regionaler Ebene statt¹⁹⁰ und wird erst dann wieder an Bedeutung gewinnen, wenn die attraktiven KVz erschlossen und die dortigen Kundenpotenziale abgesichert sind und sich aufgrund hoher Marktanteile in den mit Vectoring erschlossenen Gebieten ein Business Case für den Eigenausbau mit FTTB/H durch die Einsparung von Vorleistungskosten für Bestandskunden realisieren lässt. Ein Beispiel für diesen strategischen Ansatz ist die EWE, die jüngst angekündigt hat, in den nächsten Jahren 1 Mrd. € in den Aufbau von FTTB/H-Netzen zu investieren.¹⁹¹

Neben den genannten, eigeninitiativ betriebenen Ausbauten spielen regionale Akteure auch beim geförderten Ausbau eine wesentliche Rolle, insbesondere, wenn dieser auf Basis von Betreibermodellen erfolgt (vgl. auch Kapitel 7.1.2).

5.2.6 New Entrants

5.2.6.1 Deutsche Glasfaser

Die Deutsche Glasfaser baut schwerpunktmäßig in weißen Flecken FTTB/H-Infrastruktur aus, ohne dabei Subventionen in Anspruch zu nehmen. Erst seit kurzem engagiert sich die Deutsche Glasfaser auch im geförderten Ausbau. Das von der niederländischen Investmentfirma Reggeborgh gegründete Unternehmen wurde 2015 vom Finanzinvestor KKR gekauft. Die Deutsche Glasfaser konzentriert sich vornehmlich auf ländliche Regionen. Der Ausbau neuer Gebiete verläuft dabei in einem wiederkehrenden Muster. Zunächst wird auf Basis einer Scorecard bewertet, ob ein Ausbauprojekt verfolgt wird. Fällt dies positiv aus, wird ein Gestattungsvertrag mit der Kommune abgeschlossen, in dem Details und Bauverfahren geregelt sind. Ein weiterer zentraler Aspekt in der Vorbereitung ist der Aufbau eines lokalen Netzwerks, welches Entscheider und lokale Multiplikatoren umfasst. Als zweiter Schritt wird eine Interessenabfrage im Anschlussgebiet durchgeführt. Wenn 40% der anschließbaren Haushalte einen Vertrag

189 Stattdessen ist der Anbieter, der einen KVz mit Vectoring erschließt, verpflichtet, seinen Konkurrenten im Rahmen eines offenen Netzzugangs ein angemessenes Bitstromprodukt anzubieten. Vgl. Bundesnetzagentur (2013): Beschluss in dem Verwaltungsverfahren wegen der Änderung der Regulierungsverfügung für den Zugang zur Teilnehmeranschlussleitung, Beschluss BK 3d-12/131 vom 29. August 2013, Bonn.

190 Vgl. Gries, C.; Plückerbaum, T.; Strube Martins, S. (2016): Treiber für den Ausbau hochbitratiger Infrastrukturen, Studie im Auftrag von 1&1 Telecommunication SE, Bad Honnef, S. 27, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/VATM_Hochbitratige_Infrastrukturen.pdf.

191 Vgl. EWE (2016): Milliarden-Zukunftsprojekt: EWE bringt Glasfaser in die Häuser, elektronisch verfügbar unter: <https://www.ewe.com/de/presse/pressemitteilungen/2016/12/milliarden-zukunftsprojektewe-bringt-glasfaser-in-die-huser-ewe-ag>.

unterzeichnet haben, wird das Netz ausgebaut.¹⁹² Dieses Vorgehen erlaubt es der Deutschen Glasfaser, ohne Förderbeiträge profitabel FTTH in ländlichen Gebieten auszubauen.¹⁹³

Das Beispiel zeigt, dass New Entrants wirtschaftlich in der Lage sein können, eigene Anschlussnetze zu errichten und vermarkten. Daher ist es perspektivisch denkbar, dass weitere New Entrants dem Beispiel der Deutschen Glasfaser folgen.

5.2.6.2 ViaEurope Deutschland/Opengiga

Einen anderen Ansatz verfolgt das von Netzaktivisten und ViaEurope gegründete Start-up Opengiga. Konkret wird ein Modell geplant, welches aus vier grundlegenden Elementen besteht: Einer passiven Infrastruktur, einer aktiven Infrastruktur, einem Marktplatz und virtuellen Servicebetreibern/Resellern.

In dem angedachten Modell errichtet ein öffentlicher Träger die passive Infrastruktur und privatwirtschaftliche Betreiber kümmern sich um die aktive Infrastruktur. Zwischen dem Diensteanbieter und dem Betreiber der aktiven Infrastruktur ist ein transparenter offener Marktplatz geschaltet, auf dem die Netze an die Reseller vermittelt werden.¹⁹⁴ Die Rolle von Opengiga besteht im Betrieb des Marktplatzes und befindet sich damit an der Schnittstelle zwischen Anbieter und Nachfrager. Es wird davon ausgegangen, dass bei einem monatlichen Preis in Höhe von 36 € für einen symmetrischen Anschluss mit 100 Mbit/s Up- und Download die erforderlichen Investitionen partizipierender Kommunen in zwölf Jahren amortisiert werden können.¹⁹⁵

Der auf Open Access basierende Plattformansatz eines Wholesale-only-Netzes ist bereits in Schweden umgesetzt. In 16 Städten bzw. Gemeinden und 43 Netzen können Kunden Breitbandanschlüsse über die Plattform buchen.¹⁹⁶ Es bleibt abzuwarten, ob Opengiga in Deutschland ähnliche Marktrelevanz aufbauen wird.

¹⁹² Vgl. Deutsche Glasfaser (2015): Erfolgsfaktoren im Projektablauf, elektronisch verfügbar unter: <https://www.deutsche-glasfaser.de/unternehmen/erfolge/erfolgsfaktoren-im-projektablauf/>.

¹⁹³ Vgl. Handelsblatt (2015): Deutsche Glasfaser – Internetbeschleuniger aus Holland, elektronisch verfügbar unter: <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/it-medien/deutsche-glasfaser-kostensenkung-dank-mini-trenching/12197786-2.html>.

¹⁹⁴ Vgl. Viaeuropa Deutschland (2016): Opengiga erklärt, elektronisch verfügbar unter: <https://www.viaeuropa.de/opengiga.html>.

¹⁹⁵ Vgl. z. B. Teltarif (2016): Opengiga: Glasfaser für alle?, elektronisch verfügbar unter: <https://www.teltarif.de/opengiga-glasfaser-start/news/65519.html>.

¹⁹⁶ Vgl. ViaEuorpa Schweden (2016): Välj ort och bredbandsnät, elektronisch verfügbar unter: <http://www.viaeuropa.se/services/selectnetwork.aspx>.

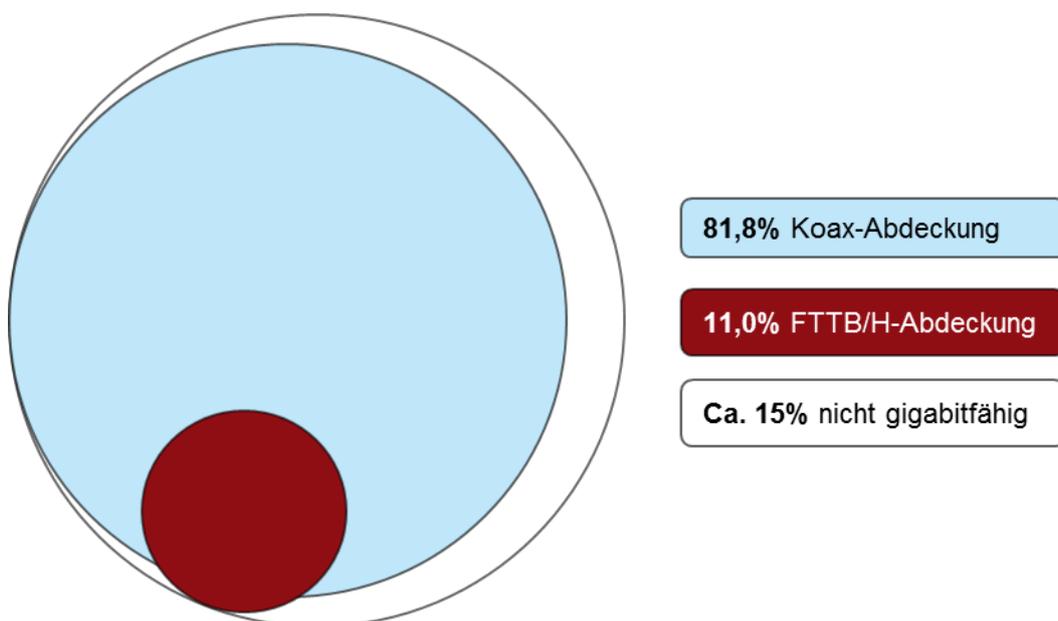
5.3 Szenarien zur Marktentwicklung

Angesichts der verschiedenen strategischen Kalküle beim Ausbau von Gigabitnetzen ist zu erwarten, dass sich die Unterschiede zwischen ländlichen, halbstädtischen und städtischen Gebieten ohne Eingriffe der öffentlichen Hand weiter vergrößern werden. Auch die Erschließung von gewerblichen Standorten im ländlichen Raum mit Gigabitnetzen scheint allein auf Marktbasis nicht flächendeckend möglich. Darüber hinaus muss auch die Ausbaugeschwindigkeit ins Kalkül einbezogen werden, da sich ein marktgetriebener Ausbau ggf. länger hinziehen wird, als gesamtwirtschaftlich wünschenswert erscheint.

5.3.1 Städtisches Cluster

55% aller deutschen Haushalte werden dem städtischen Cluster¹⁹⁷ zugeordnet. Wie bereits gezeigt, wird in städtischen Bereichen bereits heute eine hohe Abdeckung mit gigabitfähiger Infrastruktur erreicht.

Abbildung 5-1: Haushaltsabdeckung mit gigabitfähigen Netzen im städtischen Cluster (Stand Mitte 2016)



Quelle: WIK. ¹⁹⁸

¹⁹⁷ Das städtische Cluster definiert sich durch eine Bevölkerungsdichte von größer gleich 500 Einwohnern je Quadratkilometer.

¹⁹⁸ Eigene Darstellung basierend auf Zahlen aus: BMVI (2016): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2016) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, elektronisch verfügbar unter: http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/breitbandatlas-mitte-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile.

Es ist zu erwarten, dass in naher Zukunft die HFC-Haushalte DOCSIS 3.1-fähig und somit gigabitfähig angeschlossen werden. Zur Versorgung der verbleibenden 15% der nicht-gigabitfähig angeschlossenen Haushalte bedarf es eines weiteren Ausbaus.

Dieser wird zum einen durch die Kabelnetzbetreiber stattfinden. Zum anderen ist auch zu erwarten, dass FTTB/H-Ausbauten durch die Telekom und alternative Anbieter im städtischen Bereich stattfinden werden. Bei alternativen Anbietern ist davon auszugehen, dass sie in ihren Vectoring-Ausbaugebieten dort, wo sie über entsprechend hohe Marktanteile verfügen, den Schritt zu eigenen Glasfaserinfrastrukturen bis zum Kunden wagen werden, um sich vom Netz der Telekom zu emanzipieren.

Der Ausbau in den städtischen Gebieten ohne Kabelversorgung ermöglicht es dabei, den Wettbewerb mit den Kabelnetzen zu vermeiden. Die hohe Besiedlungsdichte städtischer Gebiete in Verbindung mit dem Fehlen des Infrastrukturwettbewerbs auf Gigabit-Niveau lässt dieses Gebiet verhältnismäßig attraktiv für kommerziellen FTTB/H-Ausbau erscheinen.

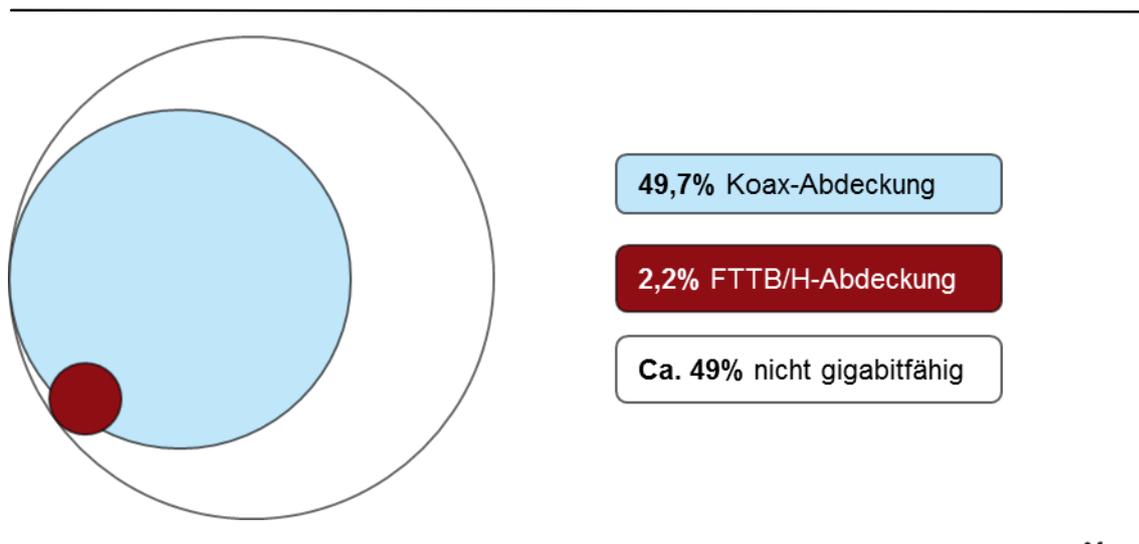
Es ist jedoch auch ein weiterer FTTH/B-Ausbau innerhalb der Kabelnetzgebiete zu erwarten. Um an den Stellen, an denen die Kupferleitungen technologisch bedingt nicht in der Lage sind, Gigabitgeschwindigkeiten zu übermitteln, in Zukunft wettbewerbsfähig zu bleiben, ist die Telekom darauf angewiesen, FTTB/H oder zumindest FTTdp auszubauen. Daher ist davon auszugehen, dass in städtischen Gebieten durch kommerziellen Ausbau infrastrukturbasierender Wettbewerb stattfinden wird.

Zusammengenommen kann davon ausgegangen werden, dass der marktgetriebene Ausbau zu einer nahezu vollständigen Abdeckung städtischer Haushalte mit mindestens einer Gigabitnetzinfrastruktur führen wird. Zumindest in dicht besiedelten, städtischen Gebieten ist auch Infrastrukturwettbewerb zwischen HFC- und Glasfaserinfrastrukturen zu erwarten.

5.3.2 Halbstädtisches Cluster

34% aller deutschen Haushalte liegen im halbstädtischen Bereich¹⁹⁹. Ungefähr die Hälfte dieser Haushalte sind bisher nicht an gigabitfähige Infrastruktur angeschlossen.

Abbildung 5-2: Haushaltsabdeckung mit gigabitfähigen Netzen im halbstädtischen Cluster (Stand Mitte 2016)



Quelle: WIK.²⁰⁰

Durch das Upgrade auf DOCSIS 3.1 ist zu erwarten, dass ca. 50% der halbstädtischen Haushalte im Footprint gigabitfähiger Breitbandprodukte liegen werden.

Ähnlich wie im städtischen Cluster ist auch hier zu erwarten, dass die Kabelnetzbetreiber zusätzliche Haushalte im Zuge der Netzwerkerweiterung erschließen werden. Hinzu kommen regionale Anbieter, die im umliegenden Bereich ihrer Netzwerke neue Cluster erschließen. Es ist zu erwarten, dass diese Ausbauten zu größeren Teilen außerhalb des HFC-Netzwerks liegen werden, um Infrastrukturwettbewerb zu vermeiden. Es ist wahrscheinlich, dass die Telekom innerhalb des HFC-Netzwerks dicht besiedelte Bereiche mit FTTB/H oder zumindest FTTdp erschließen wird, um dort den Kundenverlust bei größerer Bandbreitennachfrage einzuschränken. Jedoch ist im Gegensatz zum städtischen Cluster kein flächendeckender, marktgetriebener Infrastrukturwettbewerb zu erwarten, da die geringere Besiedlungsdichte pro Haushalt höhere Investitionskosten mit sich bringt.

¹⁹⁹ Das halbstädtische Cluster umfasst Gemeinden mit einer Bevölkerungsdichte von mind. 100 Einwohnern je Quadratkilometer und höchstens 500 Einwohnern je Quadratkilometer.

²⁰⁰ Eigene Darstellung basierend auf Zahlen aus: BMVI (2016): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2016) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, elektronisch verfügbar unter: http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/breitbandatlas-mitte-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile.

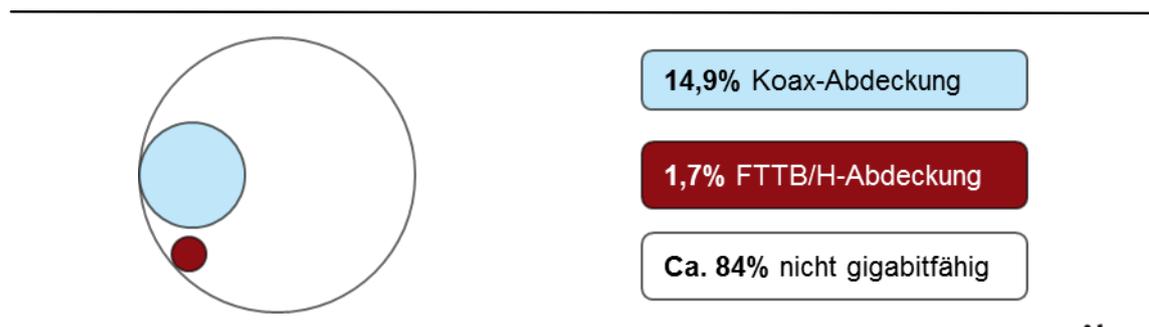
Punktuell sind weitere Ausbaumaßnahmen durch New Entrants, wie die Deutsche Glasfaser, zu erwarten. Es ist anzunehmen, dass sich die kosteneffizienten Ausbauprojekte dieser Anbieter auf bisher unterversorgte Gebiete fokussieren werden, da dort die höchsten Take-up-Raten zu erwarten sind.

In Summe ist es wahrscheinlich, dass marktgetrieben gebietsweise weitere Haushalte an Gigabitinfrastrukturen angeschlossen werden. Jedoch ist nicht zu erwarten, dass in halbstädtischen Gebieten eine flächendeckende Erschließung mit Gigabitinfrastrukturen rein marktgetrieben erfolgen wird.

5.3.3 Ländliches Cluster

11% aller Haushalte in Deutschland sind in ländlichen Clustern gelegen²⁰¹. Nur wenige dieser Haushalte sind mit gigabitfähiger Infrastruktur angeschlossen.

Abbildung 5-3: Haushaltsabdeckung mit gigabitfähigen Netzen im ländlichen Cluster (Stand Mitte 2016)



Quelle: WIK,²⁰²

Im Gegensatz zu den anderen Clustern wird das DOCSIS 3.1-Upgrade auf dem Land voraussichtlich keinen signifikanten Beitrag zum Ziel der Gigabit-Gesellschaft leisten. Kommerziell getriebener, ländlicher Ausbau ist im großem Stile unwahrscheinlich. New Entrants, wie eine Deutsche Glasfaser sowie regionale Anbieter, werden auch in Zukunft dort, wo ein starkes Interesse an FTTB/H besteht und hohe Vorvermarktungsquoten erreicht werden können, investieren. Dies wird jedoch eher punktuell der Fall sein.

²⁰¹ Das ländliche Cluster umfasst Gemeinden mit einer Bevölkerungsdichte von weniger als 100 Einwohnern je Quadratkilometer.

²⁰² Eigene Darstellung basierend auf Zahlen aus: BMVI (2016): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2016) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, elektronisch verfügbar unter: http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/breitbandatlas-mitte-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile.

Da leitungsgebundene Internetzugänge im ländlichen Bereich fast ausschließlich über die Anschlussnetze der Telekom realisiert werden, bestehen für diese wenig Anreize, dort in Infrastruktur zu investieren, solange nicht andere Anbieter Projekte vorsehen und damit die eigene Bestandskundenbasis bedrohen. Vor diesem Hintergrund ist ohne Förderung keine marktgetriebene, großflächige Versorgung mit Gigabitinfrastrukturen zu erwarten.

5.3.4 Gewerbliche Standorte

Defizite bei der Erschließung von Gewerbestandorten mit Gigabitnetzinfrastrukturen sind insbesondere im ländlichen Raum sowie an Standorten, an denen ausschließlich kleine Gewerbebetriebe angesiedelt sind, zu beobachten.

KMU in Mischgebieten dürften stark von der geografischen Expansion von Kabelnetzbetreibern und regionalen Anbietern profitieren. Hinzu kommen Ausbaumaßnahmen von nationalen Anbietern, die Glasfaser bis zum Geschäftskunden ausbauen. Dies gilt gleichermaßen für Gewerbegebiete. Stand heute sind in Deutschland rund 23.700 Gewerbegebiete nicht mit Glasfaser erschlossen.²⁰³

Da im Unterschied zu Privathaushalten durch Geschäftskunden mehr Umsatz durch umfangreichere Tarifmerkmale und weitere Services aus dem ITK-Bereich generiert werden kann, ist es möglich, dass sich der Ausbau von Geschäftskundenstandorten und Privathaushalten entkoppeln könnte.

Standorte großer (und sehr großer) Unternehmen profitieren dabei von der Skalierbarkeit von Glasfaserausbauten. So werden pro Anschluss mehr „Sitze“ gebucht, wodurch folglich der Umsatz steigt. ITK-Services sind für große Unternehmen auch von höherer Bedeutung.

Insgesamt bestehen starke Anreize für die Anbieter, Unternehmen an gigabitfähige Netze anzuschließen. Folglich ist umfangreicher, marktgetriebener Ausbau zu erwarten. Fraglich ist jedoch, ob eine vollumfängliche Versorgung innerhalb der nächsten Jahre erzielt werden kann. Hinzu kommt, dass für die gewerbliche Wirtschaft auch die Ausbaugeschwindigkeit hochrelevant ist, da der Netzzugang perspektivisch zu einer Grundvoraussetzung wird, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

203 Vgl. Bundesregierung (2016): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Tabea Rößner, Sven-Christian Kindler, Dr. Konstantin von Notz, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 18/9751 – Breitbandausbau und Breitbandförderung in Deutschland, 27.10.2016, 2016.

6 Regulatorische und wettbewerbspolitische Ansätze im Zusammenhang mit der Förderung privatwirtschaftlicher Investitionen in Gigabitnetze

Kernaussagen:

- Investitionen in Gigabitnetze erfordern eine investitionsfreundliche Regulierung. Wettbewerb sollte jedoch der Treiber des Ausbaus bleiben. Die stärkere Incentivierung von Netzinvestitionen innerhalb des Regulierungsregimes darf nicht zulasten des Wettbewerbs gehen.
- Der bestehende Rechtsrahmen muss den nationalen Regulierern bei der Auswahl der Remedies zur Lösung von Marktversagen auch in Zukunft einen großen Spielraum einräumen, damit nationale Besonderheiten hinreichend in der Entscheidungspraxis Berücksichtigung finden können. Dabei sollte Regulierung auch Unterschiede zwischen ländlichen und städtischen Regionen in ihrer Entscheidungspraxis berücksichtigen.
- Die Vorschläge der Kommission im Rahmen des Recasts sind grundsätzlich zu begrüßen, allerdings besteht mit Blick auf die Besonderheiten des deutschen Marktes Anpassungsbedarf:
 - Die Definition einer Zielsetzung für das Jahr 2025 ist zu begrüßen. Dies sollte auch in Deutschland passieren, allerdings auf einem ambitionierteren Niveau. Ein politisches Gigabitziel 2025 würde dem Infrastrukturausbau in Deutschland wichtige Impulse verleihen.
 - Angesichts der Marktstruktur in Deutschland und der relevanten Rolle regionaler Anbieter für den Ausbau neuer Netzinfrastrukturen könnte ein zu starker Fokus auf symmetrische Regulierungsmaßnahmen für den weiteren Aufbau von Gigabitnetzen kontraproduktiv wirken.
 - Co-Investment-Modelle erscheinen grundsätzlich geeignet, um den Ausbau von Gigabitnetzen in Deutschland zu befördern. Ein Automatismus, welcher nach dem Angebot von Co-Investment durch marktbeherrschende Anbieter eine Befreiung von SMP-Auflagen zur Folge hat, erscheint jedoch als zu weitreichend.
 - Wholesale only Netze können einen positiven Beitrag für die Erschließung unterversorgter Gebiete leisten. Voraussetzung hierfür sind jedoch ein funktionierender Open Access Markt sowie ein wirksamer Schutz vor strategischem Überbau.
 - Der Einsatz des Nachbildbarkeitsansatzes im Rahmen der Zugangs- und Entgeltregulierung kann ein sinnvolles Mittel sein, um regionale und zeitliche Dynamik in der Entgeltregulierung zu berücksichtigen und gleichzeitig marktbeherrschenden Anbietern bei der Vermarktung neuer Netzinfrastrukturen größere Flexibilität einzuräumen.

Wie im vorangegangenen Kapitel ausgeführt wurde, ist trotz einer Reihe von Anreizen nicht davon auszugehen, dass ein flächendeckender Aufbau von Gigabitnetzen allein marktgetrieben erreicht werden kann. Vor diesem Hintergrund kommt den regulatorischen und wettbewerbspolitischen Rahmenbedingungen für den Ausbau der Infrastruktur und insbesondere ihren Auswirkungen auf den Ausbau in unterversorgten Gebieten Relevanz zu. Auch wenn Regulierung und Deregulierung nicht allein den Ausschlag für oder gegen Investitionen geben, prägen sie dennoch das Marktumfeld und die Planungssicherheit der Marktteilnehmer. Sie haben daher relevanten Einfluss auf das Investitionsverhalten.²⁰⁴ Regulierung kann wichtige Akzente für den Breitbandausbau setzen und damit das auch im TKG festgehaltene Ziel, Investitionen zu fördern, unterstützen.

Mit Blick auf den Breitbandausbau sollen regulatorische und wettbewerbspolitische Ansätze dafür sorgen, dass optimale Rahmenbedingungen für private Investitionen und Wettbewerb geschaffen werden. Es geht also darum, den Regulierungsrahmen so zu gestalten, dass in zukunftsfähige Breitbandnetze investiert und gleichzeitig Wettbewerb langfristig gesichert wird, d. h. Anreize für Investitionen sollten nicht auf Kosten des Wettbewerbs geschaffen werden.

Dort, wo nicht marktgetrieben ausgebaut wird, sollten effiziente Modelle für den geförderten Ausbau gefunden werden. Die Grenze, bis zu der marktgetrieben ausgebaut wird, ist allerdings nicht fixiert. Über geeignete Maßnahmen sollten daher die Gebiete, in denen privater Ausbau möglich ist, ausgedehnt werden. Regulatorische Maßnahmen können dabei unterstützen, indem sie z. B. Anreize für Kostenersparnisse und Risk Sharing schaffen und damit die bestehende Deckungslücken für einen marktgetriebenen Ausbau beseitigen.

In Artikel 87f (2) des Grundgesetzes ist geregelt, dass Telekommunikation (und Post) als privatwirtschaftliche Tätigkeit(en) durch die aus dem Sondervermögen Deutsche Bundespost hervorgegangenen Unternehmen sowie private Anbieter erbracht werden. Ein Engagement der öffentlichen Hand beim Breitbandausbau ist damit an enge Grenzen geknüpft und kommt nur dort in Betracht, wo kein marktgetriebener Ausbau zu erwarten ist.²⁰⁵ Ein Crowding-out über Subventionen ist daher wenn möglich zu vermeiden.

Im Folgenden wird auf den Zusammenhang zwischen Regulierung und Investitionen in Gigabitnetze vor dem Hintergrund der Spezifika des deutschen Marktes eingegangen.

Breiten Raum nehmen dabei die Vorschläge der EU-Kommission zur Überarbeitung des Rechtsrahmens für die elektronische Kommunikation (Code Recast) und hierbei insbesondere die Regelungen für den Zugang zu VHC-Netzwerken ein, die im Septem-

204 Vgl. z. B. Wernick, C. (2007): *Strategic Investment Decisions in Regulated Markets*, Wiesbaden, Gabler, 2007.

205 Vgl. Wernick, C.; Gries, C.-I.; Bender, C., Tenbrock, S.; Strube Martins, S. (2016): *Regionale TK-Akteure im globalen Wettbewerb*, Studie im Auftrag des Breitbandbüros Hessen bei der Hessen Trade & Invest GmbH, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Regionale_TK_Akteure_im_globalen_Wettbewerb.pdf.

ber vorgelegt worden sind.²⁰⁶ Diese Vorschläge, die vor dem Hintergrund der Besonderheiten des deutschen Marktes bewertet werden, stellen aber nur einen Teil der in diesem Kontext denkbaren Werkzeuge dar, die den nationalen Regulierern zur Verfügung stehen. Entsprechend wird auch auf alternative Ansätze, die nicht Gegenstand des Code Recasts sind, eingegangen.

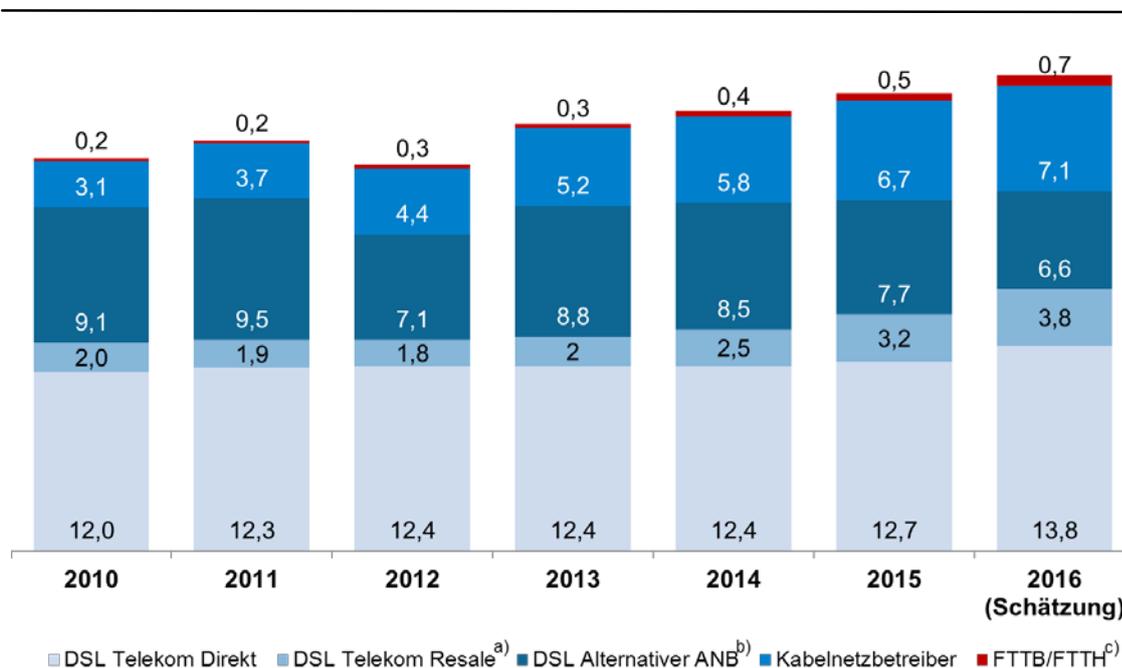
6.1 Regulierung auf dem deutschen Breitbandmarkt

Der deutsche Breitbandmarkt ist durch den Wettbewerb zwischen Telekommunikations (DSL) - und Kabelnetzen geprägt. Hinzu kommt der Wettbewerb durch Diensteanbieter sowie der infrastrukturbasierte Wettbewerb auf Grundlage des regulierten Zugangs zu Teilnehmeranschlussleitungen (TAL). FTTB/H-Netze spielen nur punktuell eine Rolle, Mobilfunk spielt aktuell keine Rolle. Die Deutsche Telekom nimmt weiterhin eine dominante Rolle sowohl auf dem Endkunden- als auch dem Vorleistungsmarkt ein. Sie vermarktete im Jahr 2015 12,7 Mio. Breitbandanschlüsse direkt an ihre eigenen Endkunden. Hinzu kommen 7,7 Mio. vermietete TAL und 3,2 Mio. Kunden, die über Telekom Resale-Produkte angeschlossen wurden (vgl. Abbildung 6-1).

FTTB/H-Netze werden auf dem deutschen Markt zum überwiegenden Teil durch regional tätige Anbieter errichtet, für die durch die Bundesnetzagentur keine SMP festgestellt wurde. Lediglich öffentlich geförderte Ausbauprojekte unterliegen Open Access-Verpflichtungen. Faktisch spielt die Zugangsregulierung für entsprechende Netzinfrastrukturen in Deutschland jedoch bisher keine Rolle.

²⁰⁶ Vgl. Europäische Kommission (2016): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über den europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation (Neufassung), elektronisch verfügbar unter: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=comnat:COM_2016_0590_FIN.

Abbildung 6-1: Leitungsgebundene Breitbandanschlüsse (in Mio.) in Deutschland nach Endkundenverträgen und Zugangstechnologien (2010-2016)



- 
- a) Von der Telekom Deutschland betriebene DSL-Anschlüsse (gebündelt und entbündelt), die von Wettbewerbern vermarktet und betreut werden.
- b) Alternative Anschlussnetzbetreiber (ANB), die eigene Anschlussnetze (meist auf Basis von Telekom-Teilnehmeranschlussleitungen) betreiben.
- c) Ohne reine FTTB-TV-Anschlüsse.

Quelle: WIK,²⁰⁷

Die Abbildung verdeutlicht, dass nach wie vor mehr als drei Viertel aller Telekommunikationsanschlüsse in Deutschland auf dem xDSL-Netz der Deutschen Telekom beruhen und somit eine starke Abhängigkeit der Wettbewerber von den Vorleistungsprodukten der Deutschen Telekom besteht. Der Zugangsregulierung der kupferbasierten Infrastruktur kommt damit eine zentrale Rolle hinsichtlich der Anreize für Investitionen in Gigabitnetze zu:

Innerhalb der bestehenden Praxis spielt zum einen die Idee der „Ladder of Investment“ eine wichtige Rolle, wonach eine Spreizung zwischen den Zugangsentgelten für verschiedene Vorleistungsprodukte Wettbewerber motivieren soll, in eigene Infrastrukturen

207 Eigene Darstellung basierend auf Daten aus: VATM/Dialog Consult (2015): 17. TK-Marktanalyse, S. 16, elektronisch verfügbar unter: http://www.vatm.de/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&g=0&t=1482102324&hash=5975b6d7919145e1206bbe891c6cbbb2d118e5f&file=uploads/media/VATM_TK-Marktstudie_2015_211015.pdf und VATM/Dialog Consult (2016): 18. TK-Marktanalyse Deutschland 2016, S. 16, elektronisch verfügbar unter: http://www.vatm.de/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&g=0&t=1482102324&hash=0ed6740e4a97c58deec70021fe224a5e1dc78b26&file=uploads/media/VATM_TK-Marktstudie_2016_191016.pdf.

zu investieren. Die Regulierung soll damit einen Übergang vom Dienste- hin zum Infrastrukturwettbewerb fördern.²⁰⁸

Darüber hinaus gehen von der Regulierung von Vorleistungsprodukten im xDSL-Netz der Telekom auch Wirkungen für die Investitionen in neue, hochleistungsfähige Infrastrukturen aus. Die Untergrenzen für Endkundenpreise für xDSL-Zugänge werden durch die (in den meisten Fällen regulierten) Preise für Vorleistungsprodukte determiniert, so dass die Regulierung maßgeblich das Endkundenpreisverhältnis zwischen herkömmlichen und hochleistungsfähigen Anschlüssen beeinflusst.

Die Theorie hat sich intensiv mit den Anreizmechanismen zwischen Vorleistungsentgelten und Netzinvestitionen auseinandergesetzt. Zunächst wirkt sich die Höhe der Vorleistungspreise unmittelbar auf die Investitionsanreize aus. Während mit einem höheren Vorleistungspreis für Wettbewerber die Kosten für in Anspruch genommene Vorleistungen steigen (negativer Finanzierungseffekt), sinken die Opportunitätskosten der Investitionen in eigene, höherwertige Infrastruktur (Replacement Effekt). Aufseiten des Incumbents erhöht ein höherer Vorleistungspreis spiegelbildlich die Einnahmen aus den xDSL-Vorleistungsprodukten und setzt somit neue Investitionsmittel frei (positiver Finanzierungseffekt). Damit einhergehend sinken allerdings die Anreize, in neue Infrastrukturen zu investieren, um die Einnahmen aus xDSL-Vorleistungsprodukten nicht zu kannibalisieren (Wholesale Revenue Effekt).²⁰⁹

Das WIK hat in einer empirischen Untersuchung gezeigt, dass ein relevanter Einfluss des TAL-Preises auf NGA-Investitionen auf dem deutschen Markt als gesichert angenommen werden kann.²¹⁰ Die Ergebnisse spiegeln die oben geschilderten Wechselwirkungen wider. In Summe erweist sich ein nicht-linearer, umgedreht u-förmiger Zusammenhang zwischen TAL-Preis und Investitionen in NGA, bei dem ab einer gewissen Höhe des TAL-Preis-Niveaus ein negativer Einfluss auf die Investitionen in NGA zu verzeichnen ist, als relativ robust.

Briglauer und Cambini untersuchen in einem aktuellen Papier die Endkundenmigration von kupferbasierten zu glasfaserbasierten Anschlüssen mit einem Fokus auf den Auswirkungen von Regulierung der kupferbasierten Netze.²¹¹ Die Autoren stellen einen positiven Zusammenhang zwischen einer Erhöhung der Zugangspreise für kupferbasierte Netze und der Migration auf neue Netze fest. Gleichzeitig wird beobachtet, dass sich Erhöhungen bei den Entgelten für den Zugang zur entbündelten TAL negativ auf

208 Vgl. Cave, M. (2006): Encouraging infrastructure competition via the ladder of investment, *Telecommunications Policy*, Vol. 30 (3-4), pp. 223-237.

209 Vgl. Bourreau, M.; Cambini, C.; Doğan, P. (2012): Access pricing, competition and incentives to migrate from “old” to “new” technology, *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 30 (6), pp. 713-723; Bourreau, M.; Cambini, C.; Doğan, P. (2013): Access regulation and the transition from copper to fiber networks in telecoms, *Journal of Regulatory Economics*, Vol. 45 (3), pp. 233-258.

210 Vgl. Neumann, K.-H.; Schmitt, S.; Schwab, R. unter Mitarbeit von Stronzik, M. (2016): Die Bedeutung von TAL-Preisen für den Aufbau von NGA, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 404, Bad Honnef, März 2016.

211 Vgl. Briglauer, W.; Cambini, C. (2016): Promoting Consumer Migration to New Communications Technology: Does Regulation Affect the Digital Gap? Working Paper, Mannheim, Oktober 2016.

die Take-up-Rate²¹² neuer Netzinfrastrukturen auswirken. Dies weist darauf hin, dass Regulierung allein die Breitbandnutzung nicht befördern kann.

Auch wenn das Konzept der Ladder of Investment in der Breite nicht die gewünschte Wirkung entfalten konnte, gibt es unter den regionalen TK-Akteuren in Deutschland eine Reihe von Beispielen für Unternehmen, die zunächst auf Basis der entbündelten TAL eigene Endkundenprodukte angeboten und später in eigene (glasfaserbasierte) Anschlussinfrastrukturen bis zum Endkunden investiert haben, wie beispielsweise M-net, NetCologne oder EWE.

EWE erscheint als Präzedenzfall für die Investitionsleiter. Wurden zunächst Produkte auf Basis der HVT-Tal vermarktet, erfolgte in den letzten Jahren der Ausbau von Glasfaser vielerorts bis zum KVz. Jüngst wurde nun angekündigt, dass EWE in den kommenden zehn Jahren über eine Mrd. € in Glasfasernetze bis zum Kunden (FTTB/H) investieren will, um in weiten Teilen unabhängig von der Infrastruktur des Incumbents zu werden.²¹³

Auch wenn die Nutzung der entbündelten TAL seit 2011 rückläufig ist, stellt diese weiterhin das wichtigste Vorleistungsprodukt für Wettbewerber auf dem Telekommunikationsmarkt dar und ermöglicht Wettbewerbern einen hohen Gestaltungsspielraum für eigene Endkundenprodukte. Dabei spielt die TAL nicht nur eine große Rolle für das Privatkunden-, sondern insbesondere auch für das Geschäftskunden- und das Wholesale-Geschäft alternativer Anbieter.

Die beiden Vectoring Entscheidungen der Bundesnetzagentur und die damit einhergehenden Auswirkungen auf den Zugang zur TAL haben unmittelbaren Einfluss auf die Investitionsanreize der Unternehmen. In der Vectoring 1 Entscheidung vom 29.08.2013 wurde festgelegt, dass derjenige Anbieter, der einen KVz als erster mit Vectoring erschließt (egal ob Telekom oder alternativer Anbieter), keine physische Entbündelung der Kupferdoppeladern für die Nutzung im breitbandigen und zukunftsorientierten VDSL-Bereich zulassen muss.²¹⁴ Infolge dieser Entscheidung, die das unerwünschte Übersprechen zwischen benachbarten Teilnehmeranschlussleitungen beim Einsatz der Vectoring-Technologie verhindern soll, kam es zu einem Investitionswettbewerb der Unternehmen um die Erschließung von attraktiven KVz, mit dem Ziel, eine möglichst flächendeckende Absicherung der Kundenpotenziale in den jeweiligen Verbreitungsgebieten sicherzustellen.

²¹² D. h. die Relation zwischen Homes passed und Homes connected.

²¹³ Vgl. EWE (2016): Milliarden-Zukunftsprojekt: EWE bringt Glasfaser in die Häuser, elektronisch verfügbar unter: <https://www.ewe.com/de/presse/pressemitteilungen/2016/12/milliarden-zukunftsprojektewe-bringt-glasfaser-in-die-huser-ewe-ag>.

²¹⁴ Stattdessen ist der Anbieter, der einen KVz mit Vectoring erschließt, verpflichtet, seinen Konkurrenten im Rahmen eines offenen Netzzugangs ein angemessenes Bitstromprodukt anzubieten. Vgl. Bundesnetzagentur (2013): Bundesnetzagentur gibt endgültige Vectoring-Entscheidung bekannt, Homann: "Unternehmen sollen Breitbandausbau zügig vorantreiben", Pressemitteilung vom 29.08.2013, elektronisch verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2013/130829_VectoringEntscheidungg.html.

Im September 2016 veröffentlichte die BNetzA die viel diskutierte Vectoring 2 Entscheidung, wonach die Deutsche Telekom weitgehend das Exklusivrecht für den Zugriff auf die TAL für die Realisierung von VDSL-Vectoring im Nahbereich der etwa 8.000 Vermittlungsstellen erhält.²¹⁵ Wettbewerber, die nicht die Voraussetzungen für ein eigenes Vectoring-Angebot erfüllen, sind gezwungen, die betroffenen HVt und KVz zu räumen. Ihnen steht eine Entschädigung in Höhe des Restbuchwertes für nicht mehr benötigtes Equipment zu. Neben der Möglichkeit, stattdessen einen entbündelten Zugang zu enthalten, der DSL-Zugang mit bis zu 16 Mbit/s ermöglicht, steht den Wettbewerbern die Möglichkeit offen, Produkte mittels eines virtuell entbündelten Zugangs auf Ebene des KVz (KVz VULA) oder mittels eines Layer 2-Bitstrom-Zugangs auf BNG Ebene an einem der 900 Übergabepunkte anzubieten.²¹⁶ Das virtuell entbündelte KVz VULA-Vorleistungsprodukt muss dabei einen Funktionsumfang aufweisen, der jenem der entbündelten TAL weitestgehend entspricht, um den Vorleistungsnachfragern ein ähnliches Maß an Kontrolle über die Dienstmerkmale und die gleiche Produktdifferenzierung zu ermöglichen wie die physische Entbündelung am KVz. Bislang ist ein solches virtuelles Zugangsprodukt in Deutschland jedoch noch nicht verfügbar.

Auch wenn die Vectoring 1 Entscheidung der BNetzA zunächst zu einer Fokussierung der Investitionstätigkeiten auf den FTTC-Ausbau geführt hat, ist davon auszugehen, dass sie nicht nur einen positiven Einfluss auf die Erreichung des 50 Mbit/s Breitbandziels der Bundesregierung hatte, sondern auch langfristig dem FTTB/H-Ausbau zugutekommen wird. Wie das Beispiel EWE zeigt, kann angesichts der hohen Investitionen in FTTB/H-Netze der Zwischenschritt FTTC gerade für alternative Anbieter unternehmensstrategisch sinnvoll sein, um zunächst eine kritische Anzahl von FTTC-Vertragsverhältnissen aufzubauen und dann im zweiten Schritt durch den Ausbau von Glasfaser bis zum Endkunden und die Migration der Bestandskunden Vorleistungskosten einsparen und komplett unabhängige Netzinfrastrukturen aufbauen zu können.

215 Der Zugang innerhalb eines Radius von 550 Metern um die Vermittlungsstellen herum zuzüglich der Versorgungsbereiche der dort angesiedelten KVz (Nahbereich) ist auf Basis von VDSL nur noch über Telekom-Vorleistungsprodukte möglich. Existierende VDSL-Verbindungen der Wettbewerber müssen abgeschaltet und auf Bitstrom migriert werden. Die Zugangsverweigerung zum KVz kann demnach nur in Ausnahmefällen unter bestimmten Bedingungen abgewendet werden, u. a., wenn der Wettbewerber selbst bereits mind. 40 % der KVz in dem betroffenen Gebiet (Anschlussbereich) mit DSL erschlossen hat und seine Erschließungsquote damit um mind. 33 % höher als die der Deutschen Telekom liegt. Darüber hinaus muss sich der Wettbewerber dazu verpflichten, im Nahbereich (Nahbereichs-KVz sowie A0-Anschlüsse des HVt) innerhalb von 18 Monaten VDSL2-Vectoring auszubauen und anschließend anderen Unternehmen Zugang zu diesen Anschlüssen anzubieten.

216 Vgl. European Commission (2015): Investigation into access and interoperability standards for the promotion of the internal market for electronic communications, Studie von WIK und TNO, Brüssel, Dezember 2015, elektronisch verfügbar unter: <https://bookshop.europa.eu/en/investigation-into-access-and-interoperability-standards-for-the-promotion-of-the-internal-market-for-electronic-communications-pbKK0415763/?pgid=GSPefJMEtXBSR0dT6jbGakZD0000oeoIMMIR:sid=QL6Eu5AQCYuEm8g0DFlaHPI1Dd2ayZfDRm0=?CatalogCategoryID=CXoKABst5TsAAAEjepEY4e5L>, für die Unterscheidung zwischen VULA und Layer 2-Bitstrom. VULA ist eine Variante des Layer 2-Bitstroms, die über bestimmte Leistungsparameter verfügt.

Kritisch ist hingegen die Vectoring 2 Entscheidung zu sehen. Zum einen werden alternative Wettbewerber, die die Voraussetzung, selbst Vectoring auszubauen, erfüllen und ihre Kollokation am KVz nicht aufgeben wollen, in Investitionen in Equipment und Infrastrukturen (KVz inkl. deren Stromversorgungen und Klimatisierung) gezwungen, welche bei einem FTTB/H-Ausbau überhaupt nicht benötigt werden. Zum anderen wird der profitable FTTB/H-Ausbau durch Wettbewerber erschwert, wenn die vielfach dichter besiedelten Nahbereiche bereits mit Vectoring versorgt werden und das adressierbare Endkundenpotenzial entsprechend geringer wird.

6.2 Stellschrauben des Regulierungsrahmens

Mit Blick auf das Investitionsverhalten und die Anreizstrukturen aller Marktteilnehmer (vgl. Kapitel 5) stellen stabile und berechenbare Rahmenbedingungen eine wesentliche Determinante des Breitbandausbaus dar.²¹⁷ Angesichts des Ziels eines möglichst flächendeckenden Ausbaus von Gigabitnetzen in Deutschland und den damit verbundenen hohen Kosten stellt sich die Frage, ob für stärkere Investitionsanreize der bestehende Ordnungsrahmen angepasst werden muss oder dessen sachgerechte Anwendung ausreichend ist. Grundsätzlich sollte auch zukünftig ein stabiler und verlässlicher Ordnungsrahmen gewährleistet werden, um ein positives Klima für privatwirtschaftliche Investitionen zu fördern. Weitreichenden „revolutionären“ Änderungen sollte daher mit Skepsis begegnet werden.

Die Ausgestaltung des zukünftigen Ordnungsrahmens beinhaltet zudem eine besondere Herausforderung: Einerseits muss für die Sicherstellung von Investitionsanreizen ein verlässlicher und vorhersehbarer Regulierungsansatz gewählt werden, um für privatwirtschaftliche Investoren eine möglichst hohe Planungssicherheit zu gewährleisten.²¹⁸ Andererseits muss der Regulierungsrahmen flexibel genug sein, um auf dynamische Marktentwicklungen reagieren zu können. Schließlich ist zu vermeiden, dass die Schaffung von Investitionsanreizen zu Wettbewerbsverzerrungen führt. Vor diesem Hintergrund erscheint die Implementierung klarer Regelungen vorteilhafter als komplexe Anreizmechanismen.

Der Wettbewerb um die Pionierrolle kann einen wesentlichen Anreiz für Unternehmen darstellen, in neue Netze zu investieren, und damit dazu beitragen, den Netzausbau zu beschleunigen. Wird der Wettbewerb um die Pionierrolle durch zu umfangreiche regulatorische Eingriffe geschwächt oder gar gänzlich ausgeschaltet, besteht die Gefahr, dass die Anreize für Investitionen sinken und der Netzausbau zumindest verzögert betrieben wird.

Nachfolgend werden wesentliche regulatorische Stellschrauben und Modelle für den Breitbandausbau skizziert und hinsichtlich ihrer Wirkung auf Investitionsanreize diskutiert.

²¹⁷ Vgl. z. B. Wernick, C. (2007): *Strategic Investment Decisions in Regulated Markets*, Wiesbaden, Gabler, 2007.

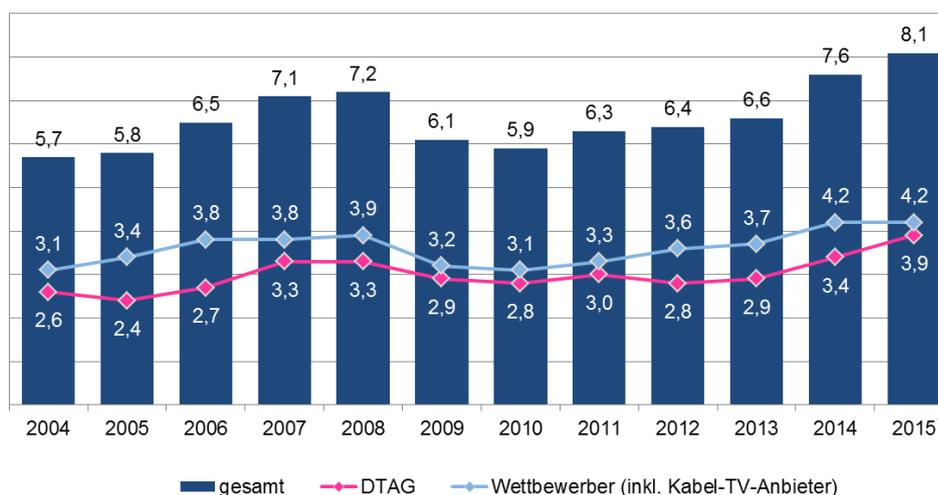
²¹⁸ Wobei unklar ist, welcher zeitliche Planungshorizont hierbei anzusetzen ist.

6.2.1 SMP-Regulierung gemäß TKG und EU-Richtlinien

Ein wesentlicher Aspekt bei der Zugangsregulierung ist die Frage, wer Gegenstand der Regulierung ist. So besteht die Möglichkeit, Zugangsverpflichtungen aufzuerlegen, (in Deutschland) gemäß § 21 TKG nur gegenüber Unternehmen mit beträchtlicher Marktmacht. Zur Beurteilung beträchtlicher Marktmacht, also der Fähigkeit eines Unternehmens (oder mehrerer Unternehmen), sich in beträchtlichem Umfang unabhängig von Wettbewerbern und Endnutzern zu verhalten, ist die Abgrenzung des sachlich und räumlich relevanten Marktes von zentraler Bedeutung. Während für die sachliche Marktabgrenzung der BNetzA gemäß § 10 (b) TKG die Empfehlungen der Europäischen Kommission in Bezug auf relevante Produkt- und Dienstmärkte als Orientierungspunkt vorgegeben sind und nur in Ausnahmefällen erweitert werden können, ist die räumliche Marktabgrenzung im TKG nicht genauer spezifiziert und bietet somit grundsätzlich einen hohen Gestaltungsspielraum. Die räumliche Marktabgrenzung erlaubt dabei eine weiterführende Ausdifferenzierung oder den Abbau von Regulierung.

In der derzeit gültigen SMP-Regulierung unterliegt nur das marktmächtige Unternehmen der Regulierung. Auf den meisten Märkten handelt es sich dabei um die Deutsche Telekom. Unter der SMP-Regulierung, wie sie derzeit in Deutschland praktiziert wird, werden rund 50% der Investitionen durch Wettbewerber der Deutschen Telekom getätigt (einschließlich Mobilfunk und Kabel) (vgl. Abbildung 6-2). In den zurückliegenden elf Jahren lagen die Investitionen von Wettbewerbern konstant über denen der Telekom.

Abbildung 6-2: Investitionen in Sachanlagen auf dem Telekommunikationsmarkt



¹ Prognosewerte

Quelle: Bundesnetzagentur (2016).²¹⁹

219 Bundesnetzagentur (2016): Jahresbericht 2015, Wettbewerb fördern. Netze ausbauen. Verbraucherinnen und Verbraucher schützen. Elektronisch verfügbar unter:

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2016/Jahresbericht2015.pdf?__blob=publicationFile&v=2

Auch wenn die Telekom in absoluten Zahlen mehr als ihre Wettbewerber in das Festnetz investiert hat, sind die Investitionen der Wettbewerber in das Festnetz in Relation betrachtet (beispielsweise bezogen auf EBITDA oder Umsatz) häufig deutlich höher, wie das WIK am Beispiel der im BREKO Verband organisierten Unternehmen aufgezeigt hat.²²⁰

Allerdings ist zu bemerken, dass es sich bei den von der Bundesnetzagentur im Rahmen der Jahresberichte kommunizierten und aggregierten Investitionszahlen um Sachinvestitionen und damit um Investitionsausgaben für längerfristige Anlagegüter (CAPEX) handelt, weswegen hierbei nicht nur Investitionen für neue Netzinfrastrukturen erfasst werden, sondern beispielsweise auch Investitionen für Maschinen, Gebäude oder Rechnersysteme. Im Sinne einer Objektivierung der Debatte über den Zusammenhang zwischen Investitionen und Regulierung wäre eine granularere Datenerhebung und Darstellung, die sich an den tatsächlich geleisteten Investitionen in neue Netzinfrastrukturen orientiert, wünschenswert und zielführend und auch durch § 127 TKG abgedeckt.

Lässt man die Kabelnetzbetreiber außen vor, die ähnlich wie die Deutsche Telekom auf der ehemaligen Infrastruktur der Deutschen Bundespost aufsetzen, ist dabei die überwiegende Zahl der Geschäftsmodelle alternativer Anbieter auf dem deutschen Markt zumindest teilweise von der Verfügbarkeit von Vorleistungsprodukten des Incumbents abhängig.

Angesichts dieser Zahlen und der FTTB/H-Ausbauten alternativer Anbieter, die vielfach entlang der Ladder of Investment stattfinden, kann man konstatieren, dass das bestehende SMP-Regime einen positiven Einfluss auf die Investitionstätigkeit der Wettbewerber in Deutschland hatte. Nichtsdestotrotz weisen die in den vorangegangenen Kapiteln aufgeführten Zahlen darauf hin, dass das aktuell beobachtbare Engagement für einen Aufbau flächendeckender Gigabitnetzinfrastrukturen in Deutschland nicht ausreichen wird.

Zugleich hat die Deutsche Telekom wiederholt darauf hingewiesen, dass ihre Investitionsanreize durch die mit der SMP-Feststellung auf zahlreichen Märkten verbundenen regulatorischen Auflagen eingeschränkt werden.

6.2.2 Rückführung der Regulierung

Eine Rückführung der Regulierung zielt im Allgemeinen darauf, die Investitionsanreize marktmächtiger Unternehmen zu steigern. Das Kalkül hierbei ist, dass sich größere Freiheiten bei der Preis- und Produktgestaltung, geringer ausgeprägter Wettbewerb und die Realisierung von Pionier Vorteilen in steigenden Investitionen niederschlagen.

²²⁰ Vgl. Neumann, K.-H. (2013): Der dynamische Investitionswettbewerb als Leitbild der künftigen Entwicklung des Telekommunikationsmarktes, Studie für BREKO, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: <http://www.wik.org/uploads/media/WIK-Studie-BREKO-2013.pdf>.

Denkbare Parameter bei der Rückführung sind neben einem kompletten Verzicht auf Regulierung die temporäre Aussetzung regulatorischer Maßnahmen, die Rückführung „harter“ Regulierungseingriffe und der Einsatz „sanfterer“ Maßnahmen, z. B. die (übergangsweise) Ersetzung einer kostenorientierten Ex-ante-Preisregulierung durch eine Ex-post-Regulierung oder Nachbildbarkeitsverpflichtungen.

Während die letztgenannten Maßnahmen Bestandteil des bestehenden Rechtsrahmens sind, wurde die im Rahmen der TKG-Novellierung im Jahr 2006 geplante Aufnahme des Paragraphen 9a, welcher „neue Märkte“ grundsätzlich von einer Regulierung befreit hätte, sofern nicht "Tatsachen die Annahme rechtfertigen", dass bei fehlender staatlicher Kontrolle "die Entwicklung eines nachhaltig wettbewerbsorientierten Marktes im Bereich der Telekommunikationsdienste oder -netze langfristig behindert wird", im Rahmen eines Vertragsverletzungsverfahrens der EU-Kommission durch den EuGH als Verstoß gegen das EU-Recht beurteilt.²²¹ Wie der Code Recast zeigt, hat die Kommission ihre Positionierung zu diesem Thema in der Zwischenzeit revidiert und sieht unter bestimmten Voraussetzungen die Aussetzung der Regulierung vor (vgl. Kapitel 6.3).

Grundsätzlich gilt es, bei der Rückführung regulatorischer Eingriffe zwischen möglichen zusätzlichen Anreizen für marktbeherrschende Anbieter, vermehrt in Gigabitnetze zu investieren, und negativen Implikationen auf den Wettbewerb abzuwägen. Zudem sollten Investitionen durch alternative Anbieter, für die Vorleistungsprodukte in vielen Fällen eine zentrale Voraussetzung für die Teilnahme am Markt darstellen, nicht durch die Rückführung regulatorischer Eingriffe unterbunden werden.

Die Entlassung marktbeherrschender Unternehmen aus der Regulierung zum Zwecke der Investitionsförderung würde einen Paradigmenwechsel innerhalb der bestehenden Regulierungspraxis in Deutschland darstellen. Befürworter eines solchen Paradigmas verweisen häufig auf die verhältnismäßig hohe Penetration mit FTTB/H-Anschlüssen in den USA und Kanada. Unsere Analysen stützen diese Hypothese jedoch nicht.²²² Vielmehr führen wir den vergleichsweise hohen Anteil von FTTB/H-Anschlüssen in den USA und Kanada auf den Infrastrukturwettbewerb durch die Kabelnetzbetreiber zurück. Abseits der Ballungsräume, wo kein Infrastrukturwettbewerb herrscht, ist die Breitbandversorgung in den USA vergleichsweise schlecht, weswegen OTT-Anbieter wie Google entweder selbst im Glasfaserausbau aktiv geworden sind oder dies zumindest in Erwägung ziehen.²²³

²²¹ Vgl. FAZ (2009): „Regulierungsferien“ verstoßen gegen EU-Recht, elektronisch verfügbar unter: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/vdsl-netz-der-telekom-regulierungsferien-verstossen-gegen-eu-recht-1572690.html>.

²²² Vgl. Godlovitch, I.; Henseler-Unger, I.; Stumpf, U. (2015): Competition & investment: An analysis of the drivers of superfast broadband, Studie für Ofcom, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2015/Competition_and_investment_superfast_broadband.pdf.

²²³ Vgl. Wernick, C.; Strube Martins, S.; Bender, C. M.; Gries, C.-I. (2016): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland, Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_BMWi_Breitbandnutzung_von_KMU.pdf.

Mit Blick auf Deutschland wären bei einer Entlassung der Deutschen Telekom aus der Regulierung – wenn überhaupt – nur eingeschränkte zusätzliche Impulse für den Aufbau hochleistungsfähiger Netze zu erwarten. Bisher verfolgt die Deutsche Telekom bewusst keine ausgeprägte Strategie, Glasfaser bis zum Endkunden zu bringen. Vielmehr zielt das derzeitige Investitionsverhalten des deutschen Incumbents auf den schnellen und vergleichsweise kostengünstigeren Ausbau von FTTC in jenen Gebieten, in denen bereits Kabelnetzwerke vorhanden sind.

Hieran dürfte sich auch durch Änderungen im regulatorischen Umfeld nichts ändern, allenfalls Anpassungen bei der Wahl der Ausbautechnologie wären denkbar. Positive Auswirkungen auf den Ausbau in Gebieten, in denen kein Infrastrukturwettbewerb existent ist, wären jedoch kaum zu erwarten. Für einen Incumbent bestehen ohne den Wettbewerbsdruck alternativer Infrastrukturen oder die Möglichkeit, signifikante zusätzliche Erlöse im Bestandskundensegment zu erzielen, keine Anreize für Ausbaumaßnahmen in entsprechenden Regionen, was im Übrigen auch in den USA zu beobachten ist. Vor diesem Hintergrund verbleibt als einziger Anreiz für die Deutsche Telekom für Investitionen in nicht wettbewerblich geprägten Regionen die Vergrößerung der strategischen Handlungsoptionen durch einen politischen oder regulierungspolitischen Beitrag und eine damit verbundene Schwächung der Position der Wettbewerber.

Demgegenüber stünden massive negative Auswirkungen für den Wettbewerb. Fast alle alternativen Anbieter im deutschen Markt sind zumindest in Teilen ihres Vermarktungsgebiets auf Geschäfts- und Vorleistungsprodukte des Incumbents angewiesen. Eine Entlassung des Incumbents aus der Regulierung auch in einzelnen Regionen würde diesem daher die Möglichkeit zu einer strategischen Marktbereinigung geben, mit schwerwiegenden Folgen für die heterogene deutsche Wettbewerbslandschaft.

Während eine Entlassung aus der Regulierung weitreichende Konsequenzen hätte, können von Anpassungen bei einzelnen regulatorischen Maßnahmen, bspw. durch den Ersatz der Ex-ante-Regulierung durch die Ex-post-Missbrauchsaufsicht oder den Economic Replicability Test (ERT)²²⁴, positive Investitionsanreize für marktbeherrschende Unternehmen ausgehen, ohne dass der Wettbewerb nachhaltig geschädigt wird.

Insbesondere der ERT erscheint mit Blick auf die zukünftige Regulierung als ein potenziell hilfreiches Werkzeug. Ziel des ERT ist es, unter Anerkennung der tatsächlichen wirtschaftlichen Gegebenheiten, die Replizierbarkeit von Endkundenangeboten sicherzustellen. Durch die Ex-ante- oder Ex-post-Anwendung eines Retail-Minus-Ansatzes, möglicherweise kombiniert mit Margin-Squeeze-Tests zur Bestimmung und regulatorischen Beurteilung der Wholesale-Preise, wird sichergestellt, dass eine ausreichende Gewinnspanne zwischen dem Preis auf Endkundenebene und dem Preis der entspre-

224 Vgl. BEREC (2014): BEREC Guidance on the regulatory accounting approach to the economic replicability test (i.e. ex-ante/sector specific margin squeeze tests), BoR 14 (190), elektronisch verfügbar unter:
http://www.berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/regulatory_best_practices/guidelines/4782-berec-guidance-on-the-regulatory-accounting-approach-to-the-economic-replicability-test-ie-ex-antesector-specific-margin-squeeze-tests.

chenden NGA-basierten Vorleistung besteht, um Nachfragern dieser Vorleistung eine wirtschaftliche Nachbildbarkeit des Endkundenprodukts zu ermöglichen. Gleichzeitig besteht für den marktbeherrschenden Anbieter eine Flexibilität bei der Preissetzung, wodurch die Handlungsspielräume gegenüber einer kostenorientierten Regulierung deutlich erhöht werden.

6.2.3 Symmetrische Regulierung

Symmetrische Regulierung definiert sich dadurch, dass die Auferlegung regulatorischer Verpflichtungen nicht an das Vorhandensein von SMP gekoppelt ist. Sie findet in Deutschland in Form von Open Access-Verpflichtungen für Netzbetreiber, wenn diese im Rahmen von staatlichen Ausbauprogrammen Glasfasernetze errichten²²⁵ sowie im Rahmen des DigiNetzGesetzes Anwendung.

Auf der Basis der EU-Kostensenkungsdirektive²²⁶, die durch das Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (DigiNetzGesetz) umgesetzt wurde, sollen Kostensenkungsmöglichkeiten durch eine gemeinsame Nutzung von Infrastrukturen realisiert werden. Insbesondere wurde

- eine Verpflichtung zur bedarfsgerechten Mitverlegung von Glasfaserkabeln bei öffentlich finanzierten Bauarbeiten und
- eine Mitnutzung der passiven Netzinfrastrukturen der öffentlichen Versorgungsnetze für den Einbau von Komponenten digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze

beschlossen. Eine Ausnahme für die Öffnung passiver Infrastrukturen wurde im Rahmen des DigiNetzGesetzes jedoch in § 77g (Ablehnung der Mitnutzung, Versagungsgründe) hinterlegt: So kann ein Antrag auf Mitnutzung von Glasfasernetzen abgelehnt werden, falls die Betreiber der Netze einen offenen und diskriminierungsfreien Netzzugang zur Verfügung stellen.

Mit Blick auf die Eignung symmetrischer Regulierung zur Förderung der Verbreitung von Gigabitnetzen stellen sich insbesondere Fragen mit Blick auf die zugrunde liegenden Anreizmechanismen. Einerseits kann die Mitnutzung bestehender Leerrohrinfrastrukturen die Ausbaurkosten signifikant senken. Andererseits besteht jedoch die Gefahr, dass das Risiko eines Überbaus Investitionen verschreckt bzw. dazu führt, dass beim Ausbau auf die Verlegung von Leerrohren verzichtet wird. Schließlich widerspricht

225 Vgl. Wernick, C.; Gries, C.-I.; Bender, C., Tenbrock, S.; Strube Martins, S. (2016): Regionale TK-Akteure im globalen Wettbewerb, Studie im Auftrag des Breitbandbüros Hessen bei der Hessen Trade & Invest GmbH, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Regionale_TK_Akteure_im_globalen_Wettbewerb.pdf.

226 Es war das erklärte Ziel der „Kostensenkungsrichtlinie“, die Kosten des Netzausbaus von hochbitratigen Infrastrukturen deutlich zu reduzieren, indem vorhandene Ineffizienzen dadurch abgebaut werden, dass bestimmte bestehende Komponenten der Infrastruktur (Leitungsrohre, Leerrohre, Einstiegsschächte, Verteilerkästen, Pfähle, Masten, Antennenanlagen, Türme und andere Trägerstrukturen) mitgenutzt werden können. Weitere Ineffizienzen entstehen u. a. durch mangelnde Koordinierung der Bauarbeiten, aufwändige Genehmigungsverfahren und Engpässe beim Ausbau der Netze im Inneren von Gebäuden.

die Auflage symmetrischer Regulierungsverpflichtungen dem generellen Ziel, Regulierung zurückzuführen und durch privatwirtschaftliche Einigungen zu ersetzen.

Vor diesem Hintergrund kann eine symmetrische Regulierung nur dann die gewünschte Wirkung erzielen, wenn es gelingt, Anreizsysteme zu gestalten, die ausbauende Unternehmen für die mit symmetrischen Auflagen verbundenen Aufwände kompensieren und somit verhindern, dass entsprechende Auflagen negativen Einfluss auf deren Investitionskalkül haben.

Hinzu kommt, dass in Deutschland der Ausbau von Gigabitnetzen maßgeblich durch regional tätige Unternehmen stattfindet, die einerseits nicht der SMP-Regulierung unterliegen (weswegen die symmetrische Regulierung einen weitreichenden Eingriff darstellt) und andererseits (aufgrund eines eng abgegrenzten Footprints und wenig vorhandener Leerrohrinfrastruktur zwischen KVZ und Hausanschluss) nur in geringem Ausmaß selbst Leerrohrzugang nachfragen werden. Diese machen geltend, dass der Zwang, Zugang zu ihren Leerrohren gewähren zu müssen, einen eher dämpfenden Einfluss auf ihre Investitionen haben dürfte, da er den strategischen Überbau durch die Konkurrenten ermöglicht.

Grundsätzlich sollte bei der Beurteilung symmetrischer Regulierungsmaßnahmen aus ökonomischer Sicht die Frage nach der Replizierbarkeit von Infrastrukturen im Fokus stehen. Aus juristischer Sicht muss zudem die Frage bezüglich der damit verbundenen Eingriffe in die Grundrechte des Infrastruktureigentümers bewertet werden, insbesondere wenn es sich um nicht-marktmächtige Unternehmen handelt.

Die zentrale Rolle innerhalb der Diskussion über symmetrische Regulierungsansätze nimmt daher der Zugang zu Inhausinfrastrukturen in Mehrfamilienhäusern ein. Angesichts der Kostenstrukturen und der Zugangsproblematik können diese als Bottleneck aufgefasst werden. Diesen kann gesamtwirtschaftlich eine hohe Relevanz zukommen, auch mit Blick auf den Wettbewerb.

Neben der oben ausgeführten grundsätzlichen Problematik eines weitgehenden Eingriffs in die Grundrechte nicht-marktmächtiger Unternehmen, stellt sich in Deutschland zusätzlich die bisher ungeklärte rechtliche Frage bezüglich des Eigentums an teuer verbauten Inhausinfrastrukturen sowie dem Recht des Mieters gegenüber dem Vermieter. Bevor diese nicht geklärt sind, kann die Wirkung einer Regulierung des symmetrischen Zugangs zu Inhausinfrastrukturen in ihren möglichen Ausgestaltungsformen (symmetrisch oder asymmetrisch) nicht endgültig beurteilt werden.

6.2.4 Funktionale oder strukturelle Separierung

Eine in vielen Infrastruktursektoren geführte Diskussion ist die funktionale Separierung von Infrastruktur- und Diensteanbietern. Die Idee hinter diesem Ansatz besteht darin, vertikal integrierte, marktbeherrschende Unternehmen aufzuspalten und damit eine

Entkoppelung zwischen dem Vorleistungs- und Endkundengeschäft herbeizuführen. Im Ergebnis soll ein Vorleistungsmonopolist geschaffen werden, welcher allen interessierten Parteien am Markt diskriminierungsfrei Zugangsprodukte zur Verfügung stellt.

Einen entsprechenden Vorschlag für eine nationale FibreCo in Deutschland hat Telefónica im November 2016 in die Diskussion eingebracht.²²⁷ Das Modell würde eine Abkehr vom bisherigen wettbewerbspolitischen und regulatorischen Ansatz bedeuten, welcher Wettbewerb auf der Vorleistungs- und der Endkundenebene vorsieht.

Das FibreCo-Modell bezieht sich allein auf ein Glasfaseranschlussnetz und lasse „alte“ Infrastrukturen unberührt. Zudem geht es davon aus, dass nicht nur die Deutsche Telekom, sondern alle glasfaserausbauenden Unternehmen ihre Anschlussnetze in die FibreCo einbringen. Sie sieht damit für den Vorleistungsmarkt eine monopolistische Struktur vor. Wettbewerb soll auf dem Endkundenmarkt zwischen den verschiedenen Anbietern stattfinden, die ihre Vorleistungsprodukte über die FibreCo beziehen. Die Finanzierung der in weiten Teilen neu zu errichtenden Infrastruktur würde gemeinsam durch Marktteilnehmer, Finanzinvestoren und die öffentliche Hand erfolgen. Angestrebt wird dabei eine Abdeckung von ~ 80% der deutschen Haushalte bis zum Jahr 2027.

Aus ökonomischer Sicht bestehen für alle Marktteilnehmer, mit Ausnahme der Kabelnetzbetreiber und des Incumbents (sofern er nicht in das Modell integriert wird), grundsätzlich Anreize, Produkte einer FibreCo nachzufragen, sofern diese keine Monopolpreise ansetzt. Hieraus ergibt sich, dass durch die gemeinsame Nutzung der Infrastruktur eine höhere Auslastung und damit eine schnellere Amortisation der getätigten Investitionen gegeben ist. Zudem sind die Investitionsanreize externer Investoren für entsprechende Modelle tendenziell hoch, da durch den monopolistischen Charakter der Infrastruktur stabile Rückflüsse als sicher erscheinen. Eine nationale FibreCo hätte aus Sicht der Nachfrager von Vorleistungen den Vorteil, dass die Transaktionskosten deutlich niedriger wären als auf einem Vorleistungsmarkt, auf dem mit mehreren Vertragspartnern Vorleistungsvereinbarungen abgeschlossen werden müssen.

Nichtsdestotrotz sprechen gute Argumente gegen eine FibreCo. Zunächst sind in einer FibreCo die typischen Anreizprobleme eines Monopols zu erwarten, beispielsweise mit Blick auf Qualität und Innovationen. Aus juristischer Sicht müsste eine FibreCo vor dem Hintergrund kartellrechtlicher Bedenken beurteilt werden. Bei der Integration bestehender Netzinfrastrukturen wären aufgrund der Verwendung verschiedener Technologien, unterschiedlichem Equipments und voneinander abweichender Prozesse hohe Initialisierungsaufwände zu erwarten, Darüber hinaus erscheint es aktuell zweifelhaft, dass die Deutsche Telekom an einem entsprechenden Modell interessiert sein dürfte.

²²⁷ Vgl. Wirtschaftswoche (2016): Telefónica plant nationale Glasfasergesellschaft, elektronisch verfügbar unter: <http://www.wiwo.de/unternehmen/dienstleister/neues-konzept-zum-internet-ausbau-telefonica-plant-nationale-glasfasergesellschaft/14885614.html>.

Umgekehrt wäre ein solches Modell ohne den größten deutschen Wholesale-Anbieter jedoch kaum dauerhaft lebensfähig, da die Deutsche Telekom das Potenzial hätte, eine FibreCo der übrigen Infrastrukturanbieter herauszufordern, beispielsweise durch strategische Vereinbarungen mit ausgewählten großen Marktteilnehmern. Abgesehen vom Verzicht auf den strategischen Wettbewerbsvorteil sowie die Umsätze aus dem Wholesale-Geschäft wäre eine Separierung mit enormen Aufwänden für Anpassungen bei Schnittstellen, Prozessen und IT verbunden. Zwar wäre eine zwangsweise funktionale Separierung des Wholesale-Netzes des Incumbents in Deutschland im Rahmen des bestehenden TKGs als Ultima Ratio über § 40 möglich, wenn alle anderen Regelungen der Marktregulierung ins Leere laufen würden, aber auch das erscheint in der Praxis schwer umsetzbar.

Schließlich stellt sich die Frage nach der Rolle der Kabelnetzbetreiber innerhalb eines solchen Modells, insbesondere unter einer Beteiligung der öffentlichen Hand. Blieben die Kabelnetzbetreiber außen vor, würde dies die intendierte Rolle der öffentlichen Hand stark einschränken, da eine öffentliche Förderung im Einklang mit dem Beihilferecht nur dort erlaubt ist, wo kein Anbieter bereits mit Bandbreiten >30 Mbit/s ausgebaut hat. Angesichts der Zielsetzung der Bundesregierung, bis 2018 eine flächendeckende Verfügbarkeit von Bandbreiten in Höhe von 50 Mbit/s sicherzustellen und aufgrund der Aufrüstung der Kabelnetze mit DOCSIS 3.1, käme eine Förderung einer flächendeckenden FibreCo unter den gegebenen Rahmenbedingungen in diesem Falle praktisch nicht in Betracht. Umgekehrt würde ein Einbezug der Kabelnetzbetreiber zur Folge haben, dass man auf die positiven Impulse des Infrastrukturwettbewerbs zwischen Kabel- und Telekommunikationsnetzen zulasten einer Monopolinfrastruktur verzichten würde, was wiederum aus ökonomischer Sicht wenig nachvollziehbar wäre.

6.2.5 Wholesale-only-Netze

Während die Schaffung einer nationalen Wholesale-only-Infrastruktur wenig wahrscheinlich ist, erscheint dies als Modell zur Versorgung unterversorgter Gebiete denkbar und findet im Ausland auch erfolgreich Anwendung, bspw. in Schweden.

Eine gewisse Ähnlichkeit besteht zwischen den in Deutschland verhältnismäßig weit verbreiteten Betreibermodellen und Wholesale-only Netzen, da auch bei Betreibermodellen die unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen durch verschiedene Akteure besetzt werden können. Dieses Modell bietet Kommunen, die aufgrund von fehlendem privatwirtschaftlichen Engagement beim Ausbau von NGA-Netzen selbst aktiv werden, die Möglichkeit von vorhandenen Kompetenzen Dritter zu profitieren. Allerdings findet bei den meisten Betreibermodellen keine Trennung zwischen der Produktgestaltungs- und der Vermarktungsebene statt, weswegen Vorleistungs- und Endkundenmarkt durch den selben Anbieter bedient werden.

Haupthindernis für die Etablierung von Wholesale-only Netzen ist bisher die mangelnde Marktrelevanz von Open Access. Aus ökonomischer Sicht sollten sowohl auf der Ange-

bots- als auch auf der Nachfrageseite starke Anreize für kommerziell vereinbarte Open Access Vorleistungsbeziehungen bestehen, da durch die gemeinsame Nutzung der Infrastruktur eine höhere Auslastung und damit eine schnellere Amortisation der getätigten Investitionen gegeben sein sollte. Hinzu kommt, dass für die Betreiber von Wholesale-only-Netzen kommerzielle Vereinbarungen mit Nachfragern Kern ihres Geschäftsmodells und damit inhärenter Bestandteil des Business Cases sind.²²⁸

Gleichwohl finden Anbieter und Nachfrager heute offensichtlich (noch) nicht zusammen. Kooperationen wie zwischen 1&1 und wilhelm.tel oder Telefónica und wilhelm.tel sind im Massenmarktgeschäft bisher eher die Ausnahme. Häufiger zu beobachten sind hingegen Vereinbarungen über die Vermietung unbeschalteter Glasfaser im B2B oder Geschäftskundensegment.

Es liegt nahe, dass die schleppende Entwicklung von Open Access im Massengeschäft nicht unbedingt dem fehlenden Willen der Akteure geschuldet ist, sondern vor allem an den hohen Transaktionskosten liegt, die ohne anbieterübergreifende vereinheitlichte Standards und Geschäftsprozesse sowie entsprechende Plattformen oder Marktplätze eine weitere Verbreitung verhindern.

Mit Blick auf die Versorgung unterversorgter ländlicher Regionen wären schließlich auch großflächigere Wholesale-only-Netze auf Basis von Konzessionsmodellen vorstellbar, ggf. auch unter Beteiligung von externen Investoren. Aus deren Sicht ergäbe sich durch die Konzessionierung ein geringeres Risiko, was wiederum Investitionsanreize erhöhen würde (vgl. Abschnitt 7.1.4).

6.2.6 Co-Investment-Modelle

Angesichts der hohen Investitionen, die für den Roll-out von Gigabitnetzen erforderlich sind, ist der Aufbau von parallelen Infrastrukturen außerhalb von Ballungsräumen nicht rentabel darstellbar. Co-Investment-Modelle können jedoch helfen, den Anteil der Regionen, in denen privatwirtschaftlich ausgebaut wird, zu vergrößern und das Risiko des ausbauenden Unternehmens zu verringern.

Bei der Finanzierung von Breitbandinfrastruktur standen bisher Kooperationen innerhalb der Telekommunikationsbranche im engeren Sinne (insbesondere Kooperationen zwischen Netzbetreibern) im Fokus. Dazu zählt die gemeinsame Nutzung von Infrastruktur durch Netzbetreiber (sei es aufgrund von regulatorischen Maßnahmen, sei es im Rahmen von kommerziellen Vereinbarungen zwischen Netzbetreibern) ebenso wie gemeinsame Investitionen mit Betreibern anderer Infrastrukturen, wie Energieunternehmen oder Stadtwerken.

²²⁸ Vgl. Wernick, C.; Gries, C.-I.; Bender, C., Tenbrock, S.; Strube Martins, S. (2016): Regionale TK-Akteure im globalen Wettbewerb, Studie im Auftrag des Breitbandbüros Hessen bei der Hessen Trade & Invest GmbH, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Regionale_TK_Akteure_im_globalen_Wettbewerb.pdf.

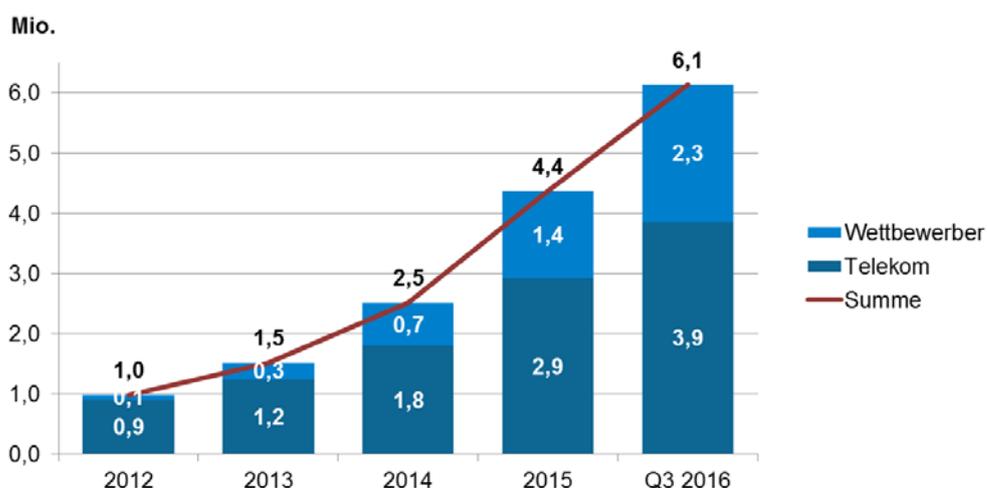
Denkbar ist jedoch auch die Beteiligung derjenigen, die ihre Dienste über die Infrastrukturen erbringen und damit von neuen Netzen profitieren, wie beispielsweise Content Provider oder OTT-Anbieter. Institutionelle Anleger wie (unter bestimmten Voraussetzungen) Versicherungsgesellschaften wären ebenso als Co-Investoren vorstellbar. Fonds oder Beteiligungsgesellschaften wären hierzu ein Vehikel.

6.2.6.1 Vertikale Modelle

Das VDSL-Kontingentmodell der Deutschen Telekom stellt kein Co-Investment im engeren Sinne dar, da die innerhalb des Kontingentmodells vermarkteten Infrastrukturen zum Großteil bereits vor dem Vermarktungsstart des Modells fertiggestellt worden waren. Allerdings ist der Ausbau der Infrastrukturen nach der Einführung des Kontingentmodells fortgeführt worden, weshalb es naheliegend ist, dass das Kontingentmodell diesen mittelbar doch incentiviert hat.

Das VDSL-Kontingentmodell, das die Deutsche Telekom mit Vodafone, Telefónica und 1&1 geschlossen hat, ist ein großer Markterfolg und hat wesentlich zum starken Wachstum bei VDSL-Anschlüssen beigetragen. Zwischen Ende 2012 und dem dritten Quartal 2016 ist die Zahl der VDSL-Anschlüsse der Deutschen Telekom in Deutschland um 5,1 Mio. gewachsen. Die Zahl der VDSL-Anschlüsse hat sich damit mehr als versechsfacht. Im dritten Quartal 2016 bedienten die Wettbewerber 2,3 Mio. VDSL-Kunden (d. h. 37,1%), während die Telekom 3,9 Mio. eigene Endkunden unter Vertrag hatte. Damit betrieb die Telekom über Retail und Wholesale in Summe 6,1 Mio. VDSL-Anschlüsse.

Abbildung 6-3: Entwicklung von VDSL über die Telekom-Infrastruktur in Deutschland (2012-Q3/2016)



Quelle: WIK. 229

Das Modell ist wie folgt aufgebaut: Ein wesentlicher Bestandteil ist die Vereinbarung einer Fixpreiskomponente, die unabhängig vom tatsächlichen Vermarktungserfolg des Vorleistungsnachfragers fällig wird. Gleichzeitig profitiert der Nachfrager von niedrigeren Durchschnittspreisen je Anschluss, wenn die der Kalkulation zugrunde liegenden Absatzmengen durch einen schnelleren Hochlauf (schnellere und höhere Penetration) übertroffen werden.

Es zeigt, dass Co-Investment-Modelle die Auslastung neu errichteter Infrastrukturen erhöhen und gleichzeitig Investitionsrisiken geteilt werden können. Vor diesem Hintergrund erscheint auch eine Anwendung des Ansatzes auf Gigabitnetze vielversprechend.

Während das Kontingentmodell ein großer kommerzieller Erfolg war, sind frühere Kooperationsmodelle zwischen der Deutschen Telekom und alternativen Anbietern wie Arcor oder EWE auf dem deutschen Markt jeweils in einem frühen Stadium gescheitert. Die dabei verfolgten Modelle sahen vor, dass die Anbieter jeweils in verschiedenen Städten VDSL ausbauen und sich in der Folge gegenseitig Netzzugang gewähren.²³⁰

Aus Regulierungs- und Wettbewerbssicht gilt es, bei solchen Risikoteilungsmodellen zu bewerten, welche Auswirkungen von ihnen auf den Wettbewerb ausgehen. Dafür muss eingeschätzt werden können, ob die gewährten Rabatte den verminderten Risiken des Investors entsprechen und zudem verhindert wird, dass Preis-Kosten-Scheren entstehen.

Die Monopolkommission weist darauf hin, dass die Bestimmung der spezifischen Risiken und die adäquate Zuordnung auf den Investor und Nachfrager von Netzzugang gemäß dem Risikoteilungsmodell in der Praxis schwierig sein kann. Problematisch aus Wettbewerbssicht kann sein, wenn aus Mengenrabatten Kostennachteile für kleinere Anbieter von TK-Diensten entstehen, die den Wettbewerb auf der Diensteebene verzerren. Zudem können Mengenrabatte auf die Zugangsentgelte eine Sogwirkung auf das Netz des marktmächtigen Netzbetreibers zur Folge haben.²³¹ Letzteres Argument unterstreicht die Wichtigkeit, dass das Co-Investment-Modell durch den Regulierer geprüft wird.

6.2.6.2 Co-Investment mit Unternehmen aus nachgelagerten Wertschöpfungsebenen

Ebenfalls denkbar wäre die Beteiligung an den Investitionskosten durch Unternehmen auf nachgelagerten Wertschöpfungsebenen. Diensteanbieter profitieren sowohl von der höheren Qualität und Bandbreite der Netze als auch von einer größeren Reichweite, da sie dann innovative Dienste anbieten und ein größeres Marktpotenzial haben.

²³⁰ Vgl. z.B. <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Telekom-und-EWE-beerdigen-VDSL-Kooperation-1106613.html>.

²³¹ Vgl. Monopolkommission (2009): Sondergutachten 56, Telekommunikation 2009: Klaren Wettbewerbskurs halten, S. 91 ff., elektronisch verfügbar unter: http://www.monopolkommission.de/images/PDF/SG/s56_volltext.pdf.

Die Umsetzung könnte durch direkte Beteiligungen an ausbauenden Unternehmen erfolgen oder indem ein privatwirtschaftlicher Fonds für den Breitbandausbau in unterversorgten Gebieten aufgelegt wird, in dem sich Diensteanbieter engagieren. Natürlich sind auch andere Modelle grundsätzlich vorstellbar. Auch andere Unternehmen, z. B. aus der Industrie, die als Anwender digitaler Dienste von hochbitratigen Breitbandnetzen profitieren, könnten sich an solchen Fonds beteiligen. Ein entsprechendes Modell wurde z. B. in Südkorea umgesetzt.

Genauso wie bei einer öffentlichen Förderung bestünde die Herausforderung eines solchen Co-Investments darin, die Verteilung der finanziellen Mittel so auszugestalten, dass gezielt zukunftsfähige Netze gefördert werden und gleichzeitig der Wettbewerb nicht behindert wird. Es stellt sich die Frage, inwieweit solche Kooperationsmodelle in die öffentliche Förderung integriert werden sollten, z. B. im Rahmen von Public Private Partnerships, wie auch in Südkorea.

6.2.6.3 Investoren aus dem Finanzsektor

Vor dem Hintergrund der bisher geringen Verbreitung von Gigabitnetzen in Deutschland im Vergleich zu anderen führenden Wirtschaftsnationen ist zu beobachten, dass sich strategische Investoren und Finanzinvestoren stärker im Bereich von Breitbandinfrastruktur engagieren.²³² Zusätzlich begünstigt wird dieser Trend durch das niedrige Zinsniveau. In die Informationstechnologie haben Private-Equity-Häuser laut Preqin im Jahr 2015 weltweit insgesamt 136 Mrd. US \$ investiert – dies entspricht gegenüber dem Vorjahr fast einer Verdreifachung des Volumens.²³³ Auch auf dem deutschen Markt hat es in jüngster Zeit eine Reihe von Beteiligungen bzw. Firmenübernahmen durch Finanzinvestoren an/von Unternehmen gegeben, die entweder über eigene Netzinfrastrukturen verfügen und/oder im Aufbau neuer Infrastrukturen engagiert sind.²³⁴

Aus Sicht der Finanzinvestoren ist für die Beurteilung von Investitionsmöglichkeiten die Erzielung stabiler und planbarer Renditen eins der wichtigsten Kriterien und z. B. Teil des Anforderungsprofils, das Versicherungsunternehmen im Rahmen von Solvency II²³⁵

²³² Vgl. BREKO (2016): Gemeinsame Pressemitteilung: Katalysator für die Gigabitgesellschaft: Netzbetreiber und institutionelle Investoren kooperieren beim Glasfaserausbau, elektronisch verfügbar unter: <http://brekoverband.de/gemeinsame-pressemitteilung-katalysator-fuer-die-gigabitgesellschaft-netzbetreiber-und-institutionelle-investoren-kooperieren-beim-glasfaserausbau>.

²³³ Vgl. Köhler, P.; Karabas, I.; Landgraf, R. (2016): Warburg Pincus steigt bei inexo ein - René Obermann meldet erstmals Vollzug, in: Handelsblatt vom 06.06.2016, elektronisch verfügbar unter: <http://www.handelsblatt.com/my/finanzen/anlagestrategie/fonds-etf/warburg-pincus-steigt-bei-inexo-ein-rene-obermann-meldet-erstmal-vollzug/13696180.html>.

²³⁴ Vgl. zu einer Übersicht mit Beispielen Wernick, C.; Gries, C.-I.; Bender, C., Tenbrock, S.; Strube Martins, S. (2016): Regionale TK-Akteure im globalen Wettbewerb, Studie im Auftrag des Breitbandbüros Hessen bei der Hessen Trade & Invest GmbH, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Regionale_TK_Akteure_im_globalen_Wettbewerb.pdf.

²³⁵ Solvency II ist das neue europäische Aufsichtsregime, das am 1. Januar 2016 vollständig in Kraft getreten ist. Die Solvency II-Richtlinie (Richtlinie 2009/138/EG) führt weiterentwickelte Solvabilitätsanforderungen für Versicherer ein, denen eine ganzheitliche Risikobetrachtung zugrunde liegt. Vgl. Informationen zur Solvency II Richtlinie der BaFin, elektronisch verfügbar unter: https://www.bafin.de/DE/Aufsicht/VersichererPensionsfonds/Aufsichtsregime/SolvencyII/solvency_II_node.html.

erfüllen müssen. In Abhängigkeit der Rahmenbedingungen und des verfolgten Geschäftsmodells stellen Investitionen in Gigabitnetze, die mit hohen Risiken verbunden sind, für Investoren Venture-Capital dar. Werden durch regulatorische Maßnahmen, wie beispielsweise die Ausschreibung des Netzausbaus im Rahmen eines Konzessionsmodells für ein Wholesale-only-Netz (wodurch für die Konzessionslaufzeit zeitlich befristet ein Monopol geschaffen wird) oder die Vereinfachung der Regulierung kombiniert mit einem Investitionsschutz, die Risiken für Investitionen in Gigabitnetze verringert, dürfte das den Anreiz für Finanzinvestoren erhöhen, sich an solchen Projekten zu beteiligen. Sicherlich hätte auch die weiter vorne diskutierte FibreCo hohe Attraktivität für institutionelle Finanzinvestoren.

Gleichwohl müssten entsprechende Maßnahmen natürlich in Relation zu ihren marktlichen und wirtschaftspolitischen Auswirkungen bewertet werden.

Aus Sicht der Versicherer als Finanzinvestoren ist die Attraktivität von Breitbandausbauprojekten eng verknüpft mit dem durch Solvency II gesetzten Regulierungsrahmen und der Frage, ob die Ausbauprojekte, in die investiert werden soll, als qualifizierte Infrastruktur eingestuft werden können. Diese Einordnung schafft zusätzliche Investitionsanreize, da qualifizierte Infrastrukturinvestitionen mit Vorteilen für Investoren verbunden sind, wie einem geringeren Eigenmittelanteil oder einem reduzierten Spread-Risiko für Fremdkapitalanlagen.²³⁶

Die Einstufung einer Anlage als Investition in qualifizierte Infrastruktur²³⁷ ist u. a. an projektbezogene Voraussetzungen gebunden, wie z. B.:

- Die Stressresistenz
- Die Vorhersehbarkeit der Cashflows
- Eine hinreichende vertragliche Rahmenbedingung, wie eine große Abnehmerzahl oder ein vertraglicher Ausfallschutz
- Eine hinreichende Kapitalausstattung des Infrastrukturprojekts

Auch die Investoren müssen bei qualifizierten Infrastrukturprojekten bestimmte Voraussetzungen erfüllen, z. B. hinsichtlich des Risikomanagements sowie bei der Zurverfügungstellung von Fremdkapital der Fähigkeit, die Anlage bis Laufzeitende zu halten.

Gleichzeitig wägen Versicherungen als potenzielle Finanzinvestoren zwischen einer Investition in Form von Eigenkapital (durch Beteiligung an einem Fonds) oder Fremd-

²³⁶ Dabei haben Versicherungen bisher die Möglichkeit, projektbezogen zu investieren, die Bestimmung von Regeln für die Beteiligung an Infrastrukturunternehmen (infrastructure corporates) steht noch aus. Die EIOPA hat der Kommission im Juni 2016 einen Vorschlag vorgelegt. Vgl. Dornseifer, F. (2016): Infrastrukturinvestments auf dem Vormarsch: neue Regulatorik und Asset Trends, Uhlenbruch Roundtable, Hamburg, 23. November 2016, S. 28.

²³⁷ Vgl. zu den Voraussetzungen für eine Einstufung als qualifizierte Infrastruktur Dornseifer, F. (2016): Infrastrukturinvestments auf dem Vormarsch: neue Regulatorik und Asset Trends, Uhlenbruch Roundtable, Hamburg, 23. November 2016, S. 27.

kapital (durch die Gewährung von Darlehen) ab. Bei überwiegend fremdkapitalfinanzierten Infrastrukturprojekten sind zusätzliche Anforderungen zu erfüllen, wie erstrangige Sicherheiten für das Fremdkapital oder ein Eigenkapital-Investoren-Trackrecord. Wenn die Finanzinvestoren Fremdkapital für Infrastrukturprojekte zur Verfügung stellen, gelten ebenfalls spezifische Anforderungen, wie z. B.:

- Die Sicherheiten an allen betriebsnotwendigen Assets und Verträgen sowie ggf. Anteilen
- Die Nutzungskontrolle bezüglich der Cashflows und
- Die Beschränkung schädlicher Aktivitäten (inklusive einer Fremdkapital-Aufnahme)

6.3 Zugangsregulierung im Code Recast

6.3.1 Zielsetzung und Grundlagen

Im Mittelpunkt der Vorschläge des Code Recast steht das Thema Konnektivität. Auch wenn die Zielsetzung der EU-Kommission, bis 2025 flächendeckend Konnektivität mit einer Empfangsgeschwindigkeit von mindestens 100 Mbit/s, die auf Gbit/s-Geschwindigkeit aufgerüstet werden kann, zu realisieren, aus unserer Sicht sehr defensiv erscheint, wird in den Vorschlägen der EU-Kommission zum Code Recast die Konnektivität sehr hoher Kapazitäten als Regulierungsziel in den bereits vorhandenen Zielkatalog aufgenommen.²³⁸

In diesem Zusammenhang wird der Begriff der VHC-Netze e. Diese werden wie folgt definiert:

*"Very high-capacity network" means an **electronic communications network** which either consists **wholly of optical fibre elements** at least up to the distribution point at the serving location or which is capable of delivering under usual peak-time conditions similar network performance in terms of available **down- and uplink bandwidth, resilience, error-related parameters, and latency and its variation.**"²³⁹*

Auf Basis dieser Definition sollen VHC-Netze im Folgenden synonym mit dem Begriff Gigabitnetze verwendet werden.

²³⁸ Im Folgenden beschäftigen wir uns mit den Ansätzen, die im Rahmen des Codes im Zusammenhang mit der zukünftigen Regulierung von VHC-Netzen diskutiert werden. Diese stellen nur einen kleinen Ausschnitt der durch die Kommission vorgeschlagenen Änderungen dar. Nichtsdestotrotz ist davon auszugehen, dass sie mit Blick auf die im Rahmen des Projekts aufgeworfenen Fragestellungen die höchste Relevanz haben.

²³⁹ European Commission (2016): Connectivity for a Competitive Digital Single Market – Towards a European Gigabit Society, Brussels, 14.9.2016, COM(2016) 587 final, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/EN/1-2016-587-EN-F1-1.PDF>.

Zielsetzung ist es, durch die Überarbeitung des Regulierungsregimes stärkere Investitionsanreize zu schaffen. Vor diesem Hintergrund werden u. a. folgende Regulierungsansätze aufgegriffen, die den Weg zu Gigabitnetzen ebnen und gleichzeitig den Wettbewerb sichern sollen:²⁴⁰

- Die Marktanalyse soll auf der Grundlage eines detaillierten Infrastrukturmappings, in dem die bestehende und geplante Infrastruktur erfasst wird, stärker regional differenzieren.
- Die SMP-Regulierung soll durch eine symmetrische Regulierung beim Zugang zu nicht duplizierbaren Netzelementen ergänzt werden, die Kabelschächte und Inhausverkabelung mit einschließt.
- Die Marktanalyse soll bei der Feststellung von SMP kommerzielle Vereinbarungen, Co-Investment-Projekte, freiwillige Zugangsvereinbarungen sowie Wholesale-only-Netze berücksichtigen.
- Die nationalen Regulierungsbehörden sollen verpflichtet werden, Erhebungen zum Stand der Breitbandnetze und zu Investitionsplänen in ihren Gebieten durchzuführen, damit sie in ihren Marktanalysen geografische Besonderheiten besser berücksichtigen können.
- Nationale Regulierer sollen sogenannte „Digital Exclusion Areas“ identifizieren, in denen kein Ausbau mit VHC-Netzen stattfindet oder geplant ist. Diese können bekannt gemacht und es können Ausschreibungen gestartet werden, um den Ausbau in solchen Regionen zu fördern.
- Regulierer sollen in die Lage versetzt werden, Sanktionen gegen Netzbetreiber zu verhängen, die von ihren angekündigten Investitionsplänen abweichen. Dies soll eine stärkere Verbindlichkeit bei Aussagen zu den Investitionsplänen in Markterkundungen herbeiführen und damit unterbinden, dass mit strategischen Überbauten gedroht wird (ohne dass hinterher tatsächlich investiert wird), um Investitionen in Gigabitnetze zu verhindern.

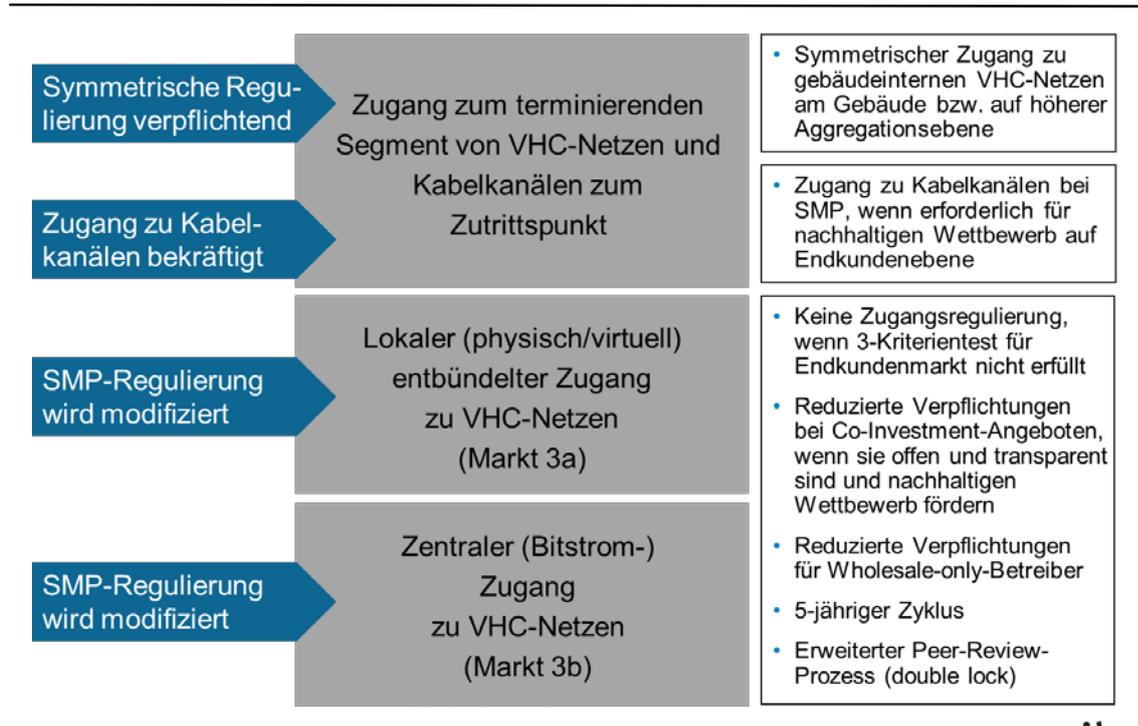
Im Fokus des Gesamtkonzepts stehen hierbei insbesondere Modelle, die in einzelnen europäischen Mitgliedsstaaten einen Beitrag zur Erschließung mit Gigabitnetzen geleistet haben.

²⁴⁰ Vgl. Europäische Kommission (2016): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über den europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation (Neufassung), S. 15 ff. elektronisch verfügbar unter: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=comnat:COM_2016_0590_FIN sowie European Commission (2016): Support for the preparation of the impact assessment accompanying the review of the regulatory framework for e-communications, Final Report, A study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content & Technology by WIK-Consult, Ecorys, VVA Consulting, SMART 2015/0005, S. 49 ff., elektronisch verfügbar unter: <http://www.wik.org/index.php?id=839>.

6.3.2 Zugangsregulierung zu VHC-Netzen

Die Grundlogik der Vorschläge ist schematisch in Abbildung 6-4 und Abbildung 6-5 dargestellt.

Abbildung 6-4: Zugangsmodell für VHC-Netze



Quelle: WIK.

Die Vorschläge der Kommission sehen vor, dass in Zukunft symmetrischer Zugang zum terminierenden Segment von VHC-Netzen und Kabelkanälen gewährt werden muss. Dieser Zugang auf der höchstmöglichen Ebene (d. h. am Gebäude oder auf höherer Aggregationsebene) ist Ausgangspunkt des Regulierungsregimes für den Zugang zu VHC-Netzen und basiert nicht auf der Feststellung von signifikanter Marktmacht.

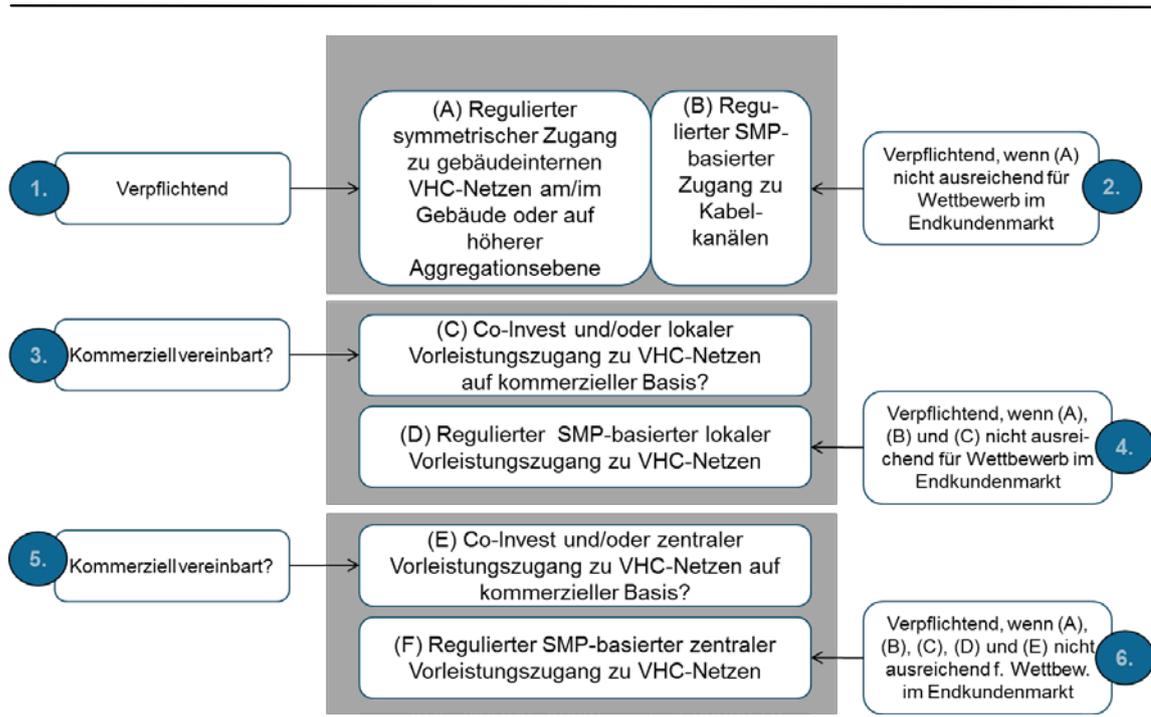
Die SMP-Regulierung wird zwar fortgeführt, allerdings mit diversen Anpassungen. Zum einen rückt der Fokus der SMP-Regulierung auf den Wettbewerb auf Endkundenmärkten. Zum anderen soll im Fall von kommerziellen Vereinbarungen zwischen Netzbetreibern zu Co-Investment und Zugang zu VHC-Netzen sowie Wholesale-only-Netzen die Regulierung zurückgeführt werden. Dadurch sollen Investitionsanreize geschaffen werden. Gleichzeitig wird eine stärkere Regionalisierung der Regulierung angeregt, indem regional/lokal differenzierte Regulierungsmaßnahmen in Abhängigkeit der regionalen/lokalen Wettbewerbsverhältnisse vorgesehen sind.

Damit sind die folgenden Anpassungen im Recast geplant:

- Ein Wegfall der Zugangsregulierung, wenn der 3-Kriterien-Test für Endkundenmärkte nicht erfüllt ist
- Eine Rückführung der Regulierung bei Co-Investment-Angeboten, wenn sie offen und transparent sind und nachhaltigen Wettbewerb fördern
- Eine Rückführung der Regulierung für Wholesale-only-Betreiber
- Eine Verlängerung des Betrachtungszeitraums auf einen 5-jährigen Zyklus
- Ein erweiterter Peer-Review-Prozess, welcher institutionelle Kompetenzen von der nationalen auf die europäische Ebene verlagert (double lock)

Die angedachte Hierarchie des Vorgehens ist in Abbildung 6-5 dargestellt. Sie folgt dem Konzept, möglichst wenig tief in den Markt einzugreifen, wenn „sanftere“ Mittel bereits zum gewünschten Ergebnis führen.

Abbildung 6-5: Regulierung von VHC-Netzen



Quelle: WIK.

Für eine Verpflichtung zum symmetrischen Zugang zu gebäudeinternen VHC-Netzen am/im Gebäude oder auf höherer Aggregationsebene muss keine signifikante Marktmacht vorliegen bzw. festgestellt werden. Die Definition der Kommission lässt jedoch sehr weite Interpretationsspielräume, was hierunter zu verstehen ist:

“National regulatory authorities shall impose obligations upon reasonable request to grant access to wiring and cables inside buildings or up to the first concentration or distribution point where that point is located outside the building, on the owners of such wiring and cable or on undertakings that have the right to use such wiring and cables, where this is justified on the grounds that replication of such network elements would be economically inefficient or physically impracticable. The access conditions imposed may include specific rules on access, transparency and non-discrimination and for apportioning the costs of access, which, where appropriate, are adjusted to take into account risk factors.”²⁴¹

Hier erscheint eine Spezifizierung erforderlich, da der Zugangsanspruch je nach Interpretation von einem Punkt nahe oder sogar direkt am KVz bis hin zu einem Übergabepunkt im Gebäude reichen könnte, was mit Blick auf die Beurteilung der Auswirkungen der Entscheidung einen wesentlichen Unterschied darstellt.

Die Idee einer symmetrischen Regulierung auf der tiefstmöglichen Ebene setzt auf positiven Erfahrungen in verschiedenen südeuropäischen Mitgliedsstaaten auf. Weiterführende symmetrische Regulierungsansätze im Telekommunikationssektor sind in Frankreich, Portugal und Spanien bereits heute implementiert. Diese umfassen u. a. einen symmetrischen Zugang zu Leerrohren (ducts) und anderen Infrastrukturkomponenten. Die oben genannten Länder zeigen, dass von einer Duct Regulierung für den Aufbau von NGA-Netzen, insbesondere auf Basis von FTTB/H, positive Impulse ausgehen können:²⁴² So beträgt der Anteil der mit FTTB/H erschlossenen Haushalte (Homes passed) in Portugal 75,4%, in Spanien 52,8% und in Frankreich 15,5% im Vergleich zu 6,6% in Deutschland.²⁴³

In Portugal wurde neben der Verpflichtung des Incumbents im Jahr 2009 eine symmetrische Regulierung für den Zugang zu Ducts und zu anderer relevanter Infrastruktur auferlegt. In Spanien muss neben dem Duct Access der Zugang zur Inhausverkabelung symmetrisch von allen FTTH-Betreibern unabhängig von ihrer Marktposition gewährt werden. Letztere Verpflichtung wird so umgesetzt, dass der erste Betreiber, der ein Gebäude mit Glasfaser erschließt, allen anderen Betreibern Zugang am Distributionspunkt im Gebäude gewähren muss. Die seit 1998 errichteten Gebäude müssen mit einem strukturierten Leerrohrsystem für die Inhausverkabelung ausgerüstet sein, welches das Einziehen der Glasfaserkabel extrem vereinfacht. In Frankreich gilt für alle Glasfaser-Netzbetreiber die Verpflichtung, einen Zugang zum terminierenden Segment der Glasfaser am ersten Distributionspunkt des Netzes außerhalb von Gebäuden zu gewähren.

²⁴¹ Artikel 59, Absatz 2.

²⁴² Vgl. Neumann, K.-H.; Schwab, R. (2015): Europäische und weltweite Trends beim Aufbau von FTTB/H Netzen – Bedeutung für Deutschland, Studie für 1&1 Telecom GmbH, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: <http://www.wik.org/index.php?id=810>.

²⁴³ Vgl. European Commission (2016), Connectivity Broadband market developments in the EU, Europe's Digital Progress Report 2016, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/download-scoreboard-reports>.

Profitiert haben die o. g. Mitgliedsstaaten insbesondere auch davon, dass verhältnismäßig umfangreiche Leerrohrinfrastrukturen vorhanden waren.

Falls weder die symmetrische Regulierung gemäß 59 (2) noch die Zugangsverpflichtung zu Kabelschächten für das SMP-Unternehmen greifen, wird in der nächsten Stufe der erweiterte Vorleistungsmarkt betrachtet. Hierbei wird untersucht, ob es kommerzielle Vorleistungsvereinbarungen oder Co-Investment Beziehungen gibt.

Auch die stärkere Berücksichtigung von Co-Investment setzt auf Erfahrungen in Frankreich, Portugal und Spanien auf. Die Kommission sieht in der gemeinsamen Nutzung von Netzbestandteilen durch einen über beträchtliche Marktmacht verfügenden Netzeigentümer und Zugangsinteressenten ein Instrument, welches auch dauerhaft Grundlage für einen nachhaltigen Wettbewerb bilden kann. Entsprechend sollen im Code Anreize für Co-Investment geschaffen werden, indem gemäß Artikel 74 für neue Netzbestandteile (unter bestimmten Bedingungen) auf regulatorische Verpflichtungen gemäß den Artikeln 66 bis 72²⁴⁴ verzichtet wird.²⁴⁵

Bei der Bewertung eines Co-Investment-Angebots gemäß Artikel 74, Absatz 1, Buchstabe a, überprüft die nationale Regulierungsbehörde, ob

- das Co-Investment-Angebot allen Unternehmen während der Lebensdauer des in diesem Rahmen ausgebauten Netzes diskriminierungsfrei offen steht,²⁴⁶
- das Co-Investment-Angebot transparent ist,²⁴⁷
- das Co-Investment-Angebot Bedingungen enthält, die langfristig einen nachhaltigen Wettbewerb fördern (Dazu gehört u. a., dass den Unternehmen die Beteiligung zu fairen, zumutbaren und nichtdiskriminierenden Bedingungen angeboten wird, das Angebot hinsichtlich der Verpflichtungen flexibel gestaltbar ist, die Übertragung von erworbenen Rechten an andere Co-Investoren oder Dritte möglich ist und die Co-Investoren sich zu fairen, zumutbaren und transparenten

²⁴⁴ In diesen Artikeln geht es um Verpflichtungen zu Transparenz, Gleichbehandlung, getrennter Buchführung, zum Zugang zu baulichen Anlagen, zum Zugang zu bestimmten Netzeinrichtungen und deren Nutzung sowie zur Preiskontrolle und Kostenrechnung.

²⁴⁵ Europäische Kommission (2016): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über den europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation (Neufassung), S. 239 ff., elektronisch verfügbar unter:

http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=comnat:COM_2016_0590_FIN.

²⁴⁶ Europäische Kommission (2016): Anhänge 1-11 des Vorschlags für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über den Europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation, S. 15 ff. elektronisch verfügbar unter

http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=comnat:COM_2016_0590_FIN. „Der Betreiber mit beträchtlicher Marktmacht kann in das Angebot angemessene Bedingungen bezüglich der finanziellen Leistungsfähigkeit eines Unternehmens aufnehmen, so dass potenzielle Ko-Investoren z. B. nachweisen müssen, dass sie in der Lage sind, gestaffelte Zahlungen zu leisten, auf deren Grundlage der Ausbau geplant wird, oder bezüglich der Zustimmung zu einem strategischen Plan, auf dessen Grundlage mittelfristige Ausbaupläne aufgestellt werden usw.“

²⁴⁷ Vgl. zu den Transparenzbedingungen Europäische Kommission (2016): Anhänge 1-11 des Vorschlags für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über den Europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation, S. 15 ff., elektronisch verfügbar unter:

http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=comnat:COM_2016_0590_FIN.

Bedingungen gegenseitige Zugangsrechte zur gemeinsam finanzierten Infrastruktur gewähren²⁴⁸),

- es in dem Co-Investment-Projekt um nachhaltige Investitionen und um den Aufbau von Netzelementen geht, die erheblich zum Ausbau von Netzen mit sehr hoher Kapazität beitragen.

Wie die oben genannten Ausführungen zeigen, stehen in den Ausführungen innerhalb des Codes Vereinbarungen zwischen marktbeherrschenden Anbietern und Nachfragern nach Netzzugang im Fokus. In diesem Kontext dient das Co-Investment einer vertikalen Risikoteilung, die das Investitionsrisiko für den Netzbetreiber senkt. Nachfrager können sich durch Vorabzahlungen direkt an den Kosten des Netzausbaus beteiligen, alternative Netzbetreiber können als Gegenleistung für den Abschluss langfristiger Abnahmeverträge mit laufzeitabhängigen oder abnahmemengenorientierten Rabatten bei den Zugangsentgelten belohnt werden.

Falls lokale/regionale, kommerzielle Vereinbarungen zwischen Netzbetreibern nicht für Wettbewerb auf dem Endkundenmarkt sorgen, können Regulierungsbehörden auf Basis von SMP marktmächtigen Unternehmen regional differenziert eine regulierte, lokale Zugangsverpflichtung zu VHC-Netzen auferlegen. Dieselbe Logik wird auch mit Blick auf den zentralen Zugang angewandt. Falls kommerzielle Vereinbarungen zum zentralen Zugang zu VHC-Netzen nicht für Wettbewerb auf dem Retailmarkt sorgen, können nationale Regulierungsbehörden marktmächtigen Unternehmen eine zentrale Zugangsverpflichtung auferlegen.

Hervorgehoben werden im Rahmen des Code Recasts schließlich Wholesale-only-Netze bzw. Netzgesellschaften, die als Open Access-Modell betrieben werden. Auch für diese sollen Regulierungserleichterungen gelten. In der institutionellen Ausgestaltung ist es sowohl denkbar, dass Wholesale-only-Netze freiwillig entstehen bzw. herbeigeführt werden (durch den Verkauf der Wholesale-Sparte durch einen vertikal integrierten Anbieter), als auch möglich, dass sie das Ergebnis einer zwangsweisen Separierung als Regulierungsmaßnahme sind.

Artikel 75 des Codes räumt nationalen Regulierungsbehörden die Möglichkeit ein, unter bestimmten Bedingungen marktmächtige, vertikal integrierte Unternehmen zu einer funktionalen Trennung zu verpflichten. Eine freiwillige Trennung ist in Artikel 76 geregelt.

Ein Beispiel für eine freiwillige Separierung ist die strukturelle Separierung von o2 in Tschechien. Hier wurde die Separierung mit strategischen und finanziellen Vorteilen begründet, nachdem das Unternehmen durch einen privaten Investitionsfonds erworben

248 Vgl. dazu im Detail Europäische Kommission (2016): Anhänge 1-11 des Vorschlags für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über den Europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation, S. 15 ff. elektronisch verfügbar unter:
http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=comnat:COM_2016_0590_FIN.

wurde. Hinzu kamen nach Aussage des Unternehmens auch regulierungspolitische Vorteile.²⁴⁹

Openreach in Großbritannien wurde hingegen in der Folge der Veröffentlichung eines Strategic Reviews von Ofcom 2005, in welchem dem Incumbent BT vorgeworfen wurde, systematisch Wettbewerber auf der Vorleistungsebene zu diskriminieren, funktional separiert. Gleichzeitig wurden BT unter der Voraussetzung, dass den Wettbewerbern äquivalenter Zugang zu Bottlenecks zugesichert werden würde, regulatorische Erleichterungen auf der Endkundenebene in Aussicht gestellt. Aktuell treibt die britische Regierung die strukturelle Separierung von Openreach voran.

Weitere Beispiele für Separierung auf Telekommunikationsmärkten außerhalb Europas sind Neuseeland und Australien.²⁵⁰

Für den Fall einer wirksamen funktionalen Separierung ist ein vereinfachtes Regulierungsmodell für Wholesale-only-Netze mit beträchtlicher Marktmacht vorgesehen, das auf faire, angemessene und nichtdiskriminierende Zugangsvorschriften beschränkt ist und nötigenfalls der Streitbeilegung unterliegt. Eine Entgeltregulierung ist in einem solchen Fall nicht vorgesehen.

6.4 Beurteilung der Maßnahmen zur Zugangsregulierung im Code Recast

Der Fokus der Kommission auf das Thema Konnektivität und die Definition einer Zielsetzung für das Jahr 2025 ist grundsätzlich zu begrüßen. Ein politisches Gigabitziel, welches an die Stelle des 50 Mbit/s Breitbandziels für das Jahr 2018 tritt, wäre auch für den Infrastrukturausbau in Deutschland zielführend und empfehlenswert.

Mit Blick auf die zukünftige Entwicklung der Märkte ist es essentiell, dass die Verschiebung der Zielsetzung vom primären Leitgedanken des Wettbewerbs auf dem Markt hin zu einer Incentivierung von Netzinvestitionen einzelner Marktteilnehmer nicht zulasten des Neutralitätsgebots des Wettbewerbs geht. Andernfalls drohen der langfristige Verlust der Innovationstätigkeit im Markt sowie Einschränkungen bei der Qualität und den Wahlmöglichkeiten der Nachfrager, wodurch letztendlich das eigentliche Ziel, die Verbreitung von Gigabitnetzen zu fördern, konterkariert werden könnte.

249 Vgl. European Commission (2016): Regulatory, in particular access, regimes for network investment models in Europe, A study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content & Technology by WIK-Consult, Deloitte, IDATE, elektronisch verfügbar unter: http://bookshop.europa.eu/en/regulatory-in-particular-access-regimes-for-network-investment-models-in-europe-pbKK0216677/downloads/KK-02-16-677-EN-N/KK0216677ENN_002.pdf?FileName=KK0216677ENN_002.pdf&SKU=KK0216677ENN_PDF&CatalogueNumber=KK-02-16-677-EN-N.

250 Vgl. ausführlicher Neumann, K.-H.; Schwab, R. (2015): Europäische und weltweite Trends beim Aufbau von FTTB/H Netzen – Bedeutung für Deutschland, Studie für 1&1 Telecom GmbH, S. 16 ff., elektronisch verfügbar unter: <http://www.wik.org/index.php?id=810>.

Der Ansatz der EU-Kommission, das bestehende SMP-Konstrukt beizubehalten, ist zu begrüßen. Die Mehrzahl der in diesem Kontext von der Kommission vorgeschlagenen Maßnahmen sind bereits heute Bestandteil des regulatorischen Werkzeugkastens und werden in einzelnen Mitgliedsstaaten auch erfolgreich eingesetzt.

Gleichwohl gewinnen sie durch den Code an Gewicht und regulatorischer Relevanz, da sie Teil des Pflichtprogramms des Regulierers zur Auferlegung von Maßnahmen werden. Der Fokus auf Konnektivität und VHC-Netze ist zielführend, grundsätzlich wäre jedoch ein offensiveres politisches Infrastrukturziel wünschenswert.

Angesichts der Relevanz von Pioniergewinnen für Infrastrukturinvestitionen sowie der zumindest in Teilen beobachtbaren Marktdynamik ist es schlüssig, zu überprüfen, an welchen Stellen und unter welchen Bedingungen eine Rückführung von Regulierung – auch zeitweise – aus wettbewerblicher Sicht gerechtfertigt werden kann, um für marktbeherrschende Anbieter potenzielle zusätzliche Investitionsanreize zu setzen.

Vor diesem Hintergrund bietet eine granulare, an regionalen Märkten orientierte Regulierung einen sinnvollen Ansatzpunkt, die aus Gründen der Komplexität und Beherrschbarkeit jedoch gewisse Beträchtlichkeitsschwellen beachten sollte. In der Vergangenheit hat sich in Deutschland, aber auch in anderen Mitgliedsstaaten, gezeigt, dass regionale Marktangaben, vor allem kleinteilige, in ihrer Anwendung komplex sind.

Auch die seitens der Kommission beabsichtigte granularere Erhebung von vorhandenen und geplanten Infrastrukturen auf Basis eines detaillierten Mappings erscheint hilfreich und zielführend.

Schließlich erscheint auch die Methodik, sich bei den Empfehlungen zur Anpassung des bestehenden Werkzeugkastens an Best-Practice-Beispielen unter den Mitgliedsstaaten zu orientieren, einleuchtend.

Gleichwohl birgt dieses Vorgehen das letztlich für einen supranationalen Rechtsrahmen nicht lösbare Problem, dass es bei der Anbieterstruktur, den Strategien der Marktteilnehmer, den zugrunde liegenden Infrastrukturen und anderen Aspekten zwischen den Mitgliedsstaaten signifikante Unterschiede gibt, welche „One-fits-all“-Lösungen von vornherein ausschließen. Vor diesem Hintergrund sollte der bestehende Rechtsrahmen den nationalen Regulierern bei der Auswahl der Remedies zur Lösung von Marktversagen in Zukunft einen eher noch größeren Spielraum einräumen, um während der sensiblen Übergangsphase von kupferbasierten hin zu glasfaserbasierten Netzen auf nationale Besonderheiten eingehen und adäquate Lösungen finden zu können.

Auch wenn bestehende Spielräume unter dem Recast erhalten bleiben, moniert BEREC, dass diese durch den starken Fokus auf bestimmte Ansätze (insbesondere die symmetrische Regulierung, aber auch Co-Investment-Modelle und Wholesale-only-Netze) de facto stark eingeschränkt werden:

“...despite a positive narrative, many of the provisions proposed around access regulation undermine the flexibility ensured by the current Framework, significantly constraining NRAs’ ability to choose the appropriate means of regulating their national markets. As explained above, the apparent expansion of the regulatory toolkit (through the inclusion of provisions on co-investment, for instance) might actually lead to a restriction on the NRAs’ ability to make the most appropriate regulatory choices for their markets.(...) Another example of the reduced NRAs’ flexibility relates to the provisions on symmetric regulation. (...) BEREC has reservations about a number of aspects of the new provisions, which do not represent an expansion of the NRAs’ regulatory toolkits, as claimed, but an unjustified restriction of NRAs’ ability to apply symmetric regulation, and which risk creating opportunities for regulatory gaming by operators.”²⁵¹

Der Ansatz, Entscheidungskompetenzen in Regulierungsverfahren stärker auf europäischer Ebene zu verorten, ist kritisch zu sehen. Wenn den nationalen Regulierern Instrumente zur Verfügung gestellt werden, über deren konkreten Einsatz jedoch die Kommission entscheidet, schränkt dies die Unabhängigkeit und Flexibilität der Regulierer in großem Maße ein.

6.4.1 Symmetrische Regulierung

Mit der Umsetzung der Vorgaben der Kostensenkungsrichtlinie im Rahmen des Digi-Netz-Gesetzes sind in Deutschland ganz aktuell zusätzliche symmetrische Elemente in das TKG aufgenommen worden. Es bleibt abzuwarten, ob dies dazu führt, dass der niedrige Grad der Mitnutzung von alternativen Infrastrukturen und öffentlichen Leerrohren, der vor allem auf die fehlende flächendeckende Abdeckung mit entsprechender Infrastruktur zurückzuführen ist, zunehmen wird²⁵².

Wie oben aufgeführt impliziert der Text des Recasts mit Blick auf den obligatorisch vorgesehenen symmetrischen Zugang einen weiten Interpretationsspielraum. Während die Auferlegung des Zugangs zu nicht-replizierbaren Inhausinfrastrukturen ökonomisch sinnvoll sein kann (wenngleich diese Frage für Deutschland wie erwähnt aufgrund ungeklärter rechtlicher Fragen aktuell nicht abschließend beantwortet werden kann), wäre eine weite Interpretation, die auch einen obligatorischen Zugang zur Infrastruktur umfasst, die außerhalb des Gebäudes liegt, kritisch zu sehen.

Letzteres hat auch mit der Struktur des Marktes zu tun. Im Gegensatz zu den südeuropäischen Mitgliedsstaaten, die bei den Vorschlägen der Kommission als Vorbild dienen, zeigt der deutsche Markt eine ausgeprägte Kleinteiligkeit, eine ausgeprägte Hetero-

²⁵¹ BEREC (2016): Draft BEREC high-level Opinion on the European Commission’s proposals for a review of the electronic communications Framework, BoR (16), 213, S. 8 f., elektronisch verfügbar unter: http://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/download/0/6615-berec-high-level-opinion-on-the-european_0.pdf.

²⁵² Vgl. Held, C; Kulenkampff, G; Plückebaum, T.; Henseler-Unger, I. (2015): Preissetzung für die Mitnutzung von Infrastrukturen, Umsetzung der Kostensenkungsrichtlinie, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/Umsetzung_KostensenkungsRL_BMVI.pdf.

genität bei den Geschäftsmodellen sowie daraus resultierend ein abweichendes Investitionsverhalten.

Investitionen in neue VHC-Netze finden in Deutschland aktuell maßgeblich durch alternative, regional tätige Anbieter statt. Dies ist ein maßgeblicher Unterschied zu den o. g. südeuropäischen Ländern, in denen der Incumbent und national tätige Wettbewerber in FTTB/H-Infrastrukturen investieren und damit sowohl symmetrischen Zugang anbieten als auch nachfragen. Regional tätige Anbieter werden jedoch nur in geringem Ausmaß selbst symmetrischen Zugang zur Infrastruktur nachfragen, da sie in ihren Vermarktungsgebieten eingeschränkt sind und zugleich kaum Leerrohrinfrastruktur bei der Telekom zur Verfügung steht.

Für diese Anbieter würde eine symmetrische Zugangsregulierung, insbesondere wenn es sich um einen entbündelten Zugang handelt, damit einen weitreichenden regulatorischen Eingriff darstellen. Umgekehrt würde ein Zugang zu Leerrohrkapazitäten von Wettbewerbern die Kosten für einen parallelen Ausbau durch die Deutsche Telekom spürbar reduzieren (vgl. Kapitel 7.4).

Somit gilt es in diesem Kontext zwischen positiven Anreizeffekten für den Infrastrukturwettbewerb durch den Incumbent in Regionen, die von Wettbewerbern mit FTTB/H erschlossen werden und potenziell negativen Effekten für den Ausbau in bisher nicht versorgten Regionen durch Wettbewerber abzuwägen.

Mit Blick auf das Ziel eines flächendeckenden Ausbaus und die Möglichkeit des Zugangs zu alternativen Infrastrukturen (z. B. über Open Access-Regelungen) sehen wir die Auswirkungen zusätzlicher symmetrischer Regelungen auf dem deutschen Markt eher kritisch. Der Fokus sollte stattdessen auf freiwilligen kooperativen Lösungen liegen.

6.4.2 Co-Investment-Modelle

Co-Investment-Modelle als Risk-Sharing, wie sie die Kommission vorschlägt, können einen wichtigen Beitrag zur Beschleunigung des Roll-outs von Gigabitnetzen leisten. Einerseits lässt sich durch Risk-Sharing das Investitionsrisiko des ausbauenden Unternehmens reduzieren, andererseits können alternative Anbieter einen Beitrag zur Auslastung und damit Amortisation neu errichteter Infrastrukturen leisten. Gerade das Kontingentmodell der Deutschen Telekom zu VDSL zeigt, welchen Beitrag entsprechende Modelle zur Adoption neuer Technologien leisten können.

Der seitens der Kommission in diesem Kontext vorgeschlagene Kriterienkatalog für die Beurteilung einer in diesem Zusammenhang möglicherweise gebotenen Rückführung der Regulierung enthält die aus unserer Sicht relevanten Kriterien. Gleichwohl erscheinen die seitens der Kommission festgelegten Automatismen als zu weitreichend.

Ein äußerst relevanter Aspekt ist die fehlende Differenzierung zwischen einem Co-Investment-Angebot und einer tatsächlichen Marktrelevanz desselben innerhalb der Vorschläge, was in der Marktpraxis zu einer Re-Monopolisierung führen könnte. BEREC führt hierzu aus:

“The mere existence of an offer, even one compliant with the conditions set out in the draft Code, should not be a sufficient basis upon which to require regulatory forbearance – if it were, then the absence of take-up could result in a de facto unregulated monopoly.”²⁵³

Hinzu kommt, dass ein reiner Fokus auf Co-Investment-Modellen der Heterogenität des deutschen Marktes sowohl hinsichtlich der Geschäftsmodelle als auch der Anbieterlandschaft nicht in ausreichendem Maße Rechnung trägt. Da nicht für jeden Anbieter und jedes Geschäftsmodell (z. B. Geschäftskundenprodukte) ein Co-Investment-Modell in gleichem Maße sinnvoll sein wird, sollte sichergestellt sein, dass der Marktzugang nicht allein über Co-Investment-Modelle geregelt wird, wie es bei der von der Kommission vorgesehenen Entlassung marktbeherrschender Unternehmen aus der Regulierung potenziell der Fall wäre. Diese hätten zur Folge, dass Unternehmen die sich nicht an Co-Investment-Modellen beteiligen auch nach einer Migration von Kupfer- zu Glasfaserinfrastrukturen nur Zugang zu Vorleistungsprodukten auf kupferäquivalentem Qualitätsniveau erhalten würden, was deren Wettbewerbsfähigkeit erheblich schwächen würde.

Zudem kann nicht zwangsläufig davon ausgegangen werden, dass Co-Investment-Modelle automatisch zu wettbewerblichen Marktverhältnissen führen, welche ohne Weiteres eine Rückführung der Regulierung rechtfertigen:

“(...) co-investment schemes are diverse, and some of them have the potential to create ineffectively competitive market outcomes. (...) It is also worth bearing in mind that co-investments by their nature can lead to coordinated behaviour, which in turn could produce uncompetitive outcomes.”²⁵⁴

Vor diesem Hintergrund sehen wir in diesem Punkt Überarbeitungsbedarf. Um eine wettbewerbliche Einordnung von Co-Investment-Modellen zu erreichen, sollte zudem neben der Zuständigkeit des generellen Wettbewerbsrechts die Möglichkeit der Regulierungsbehörde, unter bestimmten Bedingungen in Oligopolmärkte einzugreifen, im Recast aufgenommen werden.

²⁵³ BEREC (2016): Draft BEREC high-level Opinion on the European Commission’s proposals for a review of the electronic communications Framework, BoR (16), 213, S. 7, [elektronisch verfügbar unter: http://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/download/0/6615-berec-high-level-opinion-on-the-european_0.pdf](http://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/download/0/6615-berec-high-level-opinion-on-the-european_0.pdf).

²⁵⁴ BEREC (2016): Draft BEREC high-level Opinion on the European Commission’s proposals for a review of the electronic communications Framework, BoR (16), 213, S. 7, elektronisch verfügbar unter: http://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/download/0/6615-berec-high-level-opinion-on-the-european_0.pdf.

Mit Blick auf die Finanzierung von Gigabitnetzen sollte sich die Blickrichtung bei Co-Investment-Modellen nicht nur auf vertikales Risk-Sharing zwischen dem Marktbeherrscher und alternativen Anbietern beschränken, sondern auch identifizieren, wie Dritte einen Beitrag leisten können, welcher im Falle des geförderten Ausbaus zugleich die öffentliche Hand entlasten würde.

Hierfür kommen sowohl Unternehmen in Betracht, die Dienste über entsprechende Netzinfrastrukturen anbieten wollen, als auch Investoren in anderen Sektoren. In diesem Zusammenhang sind verschiedene Modelle denkbar, von neuen Erlösmodellen (bspw., wenn der Internetzugang als Konnektivität Bestandteil eines Dienstes wird) bis hin zu Fondskonstrukten, in denen sich Banken und Versicherungen, aber auch Privatpersonen an Infrastrukturprojekten beteiligen können. Letzteres wäre z. B. über die Ausgabe von Genussscheinen auch beim Breitbandausbau von sogenannten Bürgernetzen im ländlichen Raum denkbar.

Um das Risiko externer Investoren dabei zu verringern, können für den Ausbau in unterversorgten Gebieten Konzessionsmodelle ein sinnvolles Instrument darstellen.

6.4.3 Wholesale-only-Netze

Wie in Kapitel 6.2.4 geschildert, betrachten wir ein nationales Wholesale-only-Netz angesichts des zu erwartenden Widerstands der Deutschen Telekom in Deutschland als wenig wahrscheinlich. Auch die empirischen Erfahrungen aus dem Ausland mit zwangsweisen Separierungen sind eher ambivalent.

Mit Blick auf Regionen, in denen kein marktgetriebener Ausbau zu erwarten ist, können Wholesale-only-Netze jedoch eine sinnvolle Alternative darstellen. Die Ausschreibung entsprechender großflächiger Konzessionen könnte zudem institutionelle Investoren anziehen, wodurch wiederum der Förderbedarf durch die öffentliche Hand verringert werden würde. Der fehlende Pionierwettbewerb könnte durch den Wettbewerb um die Vergabe der Konzessionen zumindest teilweise ersetzt werden.

Die in diesem Zusammenhang von der Kommission vorgeschlagenen Maßnahmen zur Rückführung der Regulierung erscheinen zielführend, gleichwohl gilt auch hier, dass eine flexible Handhabung durch die nationalen Regulierer auf europäischer Ebene festgeschriebenen Automatismen vorzuziehen ist.

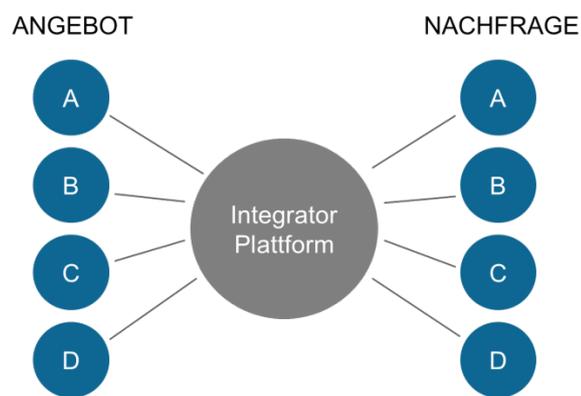
Ein wichtiges Kriterium für den Erfolg von Wholesale-only-Netzen stellt Open Access dar. Auch wenn das Konzept aus ökonomischer Sicht sinnvoll erscheint und für Anbieter und Nachfrager ein Rational besteht, Open Access zu betreiben, muss er sich auf dem deutschen Markt in der Praxis dennoch erst bewähren.

Trotz vielfältiger Aktivitäten, wie dem NGA-Forum und Interessensbekundungen von zahlreichen Marktteilnehmern, entwickelt sich die Zahl der über Open Access vermark-

teten Leitungen ebenso wie die der Vereinbarungen weiterhin eher schleppend. Die Einführung der SPRI 4.0 Schnittstelle, die alle relevanten Geschäftsprozesse abdeckt und einen möglichen Branchenstandard darstellt, könnte einen wichtigen Enabler darstellen.

Angesichts der angebotsseitigen Kleinteiligkeit des Marktes kommt der Entwicklung von Integrator- bzw. Aggregatormarktplätzen, die dem Zweck dienen sollen, Anbieter und Nachfrager zusammenzubringen, ohne dass jeweils bilaterale technische Anbindungen erforderlich wären, hohe Relevanz zu. Hierdurch ließen sich Transaktionskosten in signifikanter Höhe einsparen.

Abbildung 6-6: Schematische Darstellung eines Integrator-Marktplatzes



Quelle: WIK.²⁵⁵

Verschiedene Anbieter haben offene anbieter- und nachfragerübergreifende n:n Plattformen entwickelt (z. B. QSC, vitroconnect, Open XS, ViaEurope Opengiga). Dazu gibt es diverse n:1 oder 1:n Lösungen, die mehr oder weniger proprietär sind und von einzelnen Unternehmen initiiert und implementiert worden sind. Ein Branchenstandard hat sich bisher jedoch noch nicht herauskristallisiert, was neben der mangelnden Wholebuy-Fähigkeit des Incumbents ein Haupthemmnis für die Verbreitung von Open Access ist.

Vor dem Hintergrund wäre es zielführend, wenn Vertreter der Angebots- und Nachfrageseite unter Einbeziehung der Bundesnetzagentur die Definition verbindlich geltender Marktstandards für Open Access forcieren und beschließen würden. Diese wären Voraussetzung für einen sinnvollen Einsatz von Wholesale-only und würden zudem dafür sorgen, dass neu errichtete Netzinfrastrukturen ausgelastet und Investitionen schneller amortisiert werden würden. Hinzu kommt, dass die Definition eines verbindlichen Marktstandards auch ein weiteres wichtiges Argument gegen einen strategischen Überbau durch den Incumbent darstellen würde (vgl. Abschnitt 7.4).

²⁵⁵ Vgl. Wernick, C.; Henseler-Unger, I.; unter Mitarbeit von Strube Martins, S. (2016): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau, Studie im Auftrag des Bundesverband Breitbandkommunikation (BREKO), Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: [http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie - Erfolgsfaktoren FTTB-FTTH-Ausbau.pdf](http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie_-_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf).

Erst wenn entsprechende Initiativen und Ansätze auf freiwilliger Basis nicht zum Erfolg führen, sollte die Bundesnetzagentur von sich aus versuchen, verbindliche Regelungen als Empfehlung zu definieren. Diesen kommt im Übrigen nicht nur mit Blick auf Wholesale-only-Netze sondern insbesondere auch beim geförderten Ausbau eine wichtige Rolle zu, wo Open Access de facto trotz entsprechender Auflagen ebenfalls noch keine große Marktrelevanz erlangt hat.

6.4.4 Rückführung der Regulierung zur Incentivierung von Investitionen markt-mächtiger Unternehmen

Wie an verschiedenen Stellen dargelegt wurde, stehen wir den durch die Kommission vorgeschlagenen Automatismen, die eine automatische Regulierungsbefreiung marktbeherrschender Unternehmen unter bestimmten Voraussetzungen grundsätzlich nach sich ziehen sollen, skeptisch gegenüber. Vieles spricht aus unserer Sicht dafür, auch in Zukunft den nationalen Regulierern größtmögliche Flexibilität bei der Entscheidung über den Einsatz der Remedies einzuräumen. Nur die sorgfältige Analyse auf Ebene der Mitgliedsstaaten durch den Regulierer erlaubt es, zwischen den unterschiedlichen Interessen und Anreizen der Marktteilnehmer abzuwägen und die Besonderheiten der nationalen Märkte hinreichend zu berücksichtigen.

Mit Blick auf die Spezifika des deutschen Marktes erscheinen Regulierungsbefreiungen grundsätzlich problematischer als auf den Märkten, die die EU-Kommission bei ihren Vorschlägen als Benchmark zugrunde legt. Ein wesentlicher Aspekt ist hierbei die Kleinteiligkeit des Marktes, insbesondere mit Blick auf die in FTTB/H-Infrastrukturen investierenden Unternehmen, die sich von der Situation in den südeuropäischen Ländern mit mehreren national tätigen Anbietern, die in FTTB/H investieren, maßgeblich unterscheidet.

Nichtsdestotrotz stellt sich auch mit Blick auf Deutschland die Frage, wie Investitionsanreize mit Blick auf den Incumbent geschaffen werden könnten, insbesondere wenn dieser über SMP verfügt. In diesem Zusammenhang könnte der Einsatz des Nachbildbarkeitsansatzes bei der Regulierung von VHC-Netzen ein mögliches Instrument darstellen.

Der Nachbildbarkeitsansatz räumt marktbeherrschenden Anbietern im Vergleich zur Kostenorientierung bei der Entgeltregulierung deutlich größere Flexibilität ein. Insbesondere bietet das Instrumentarium für das regulierte Unternehmen die Möglichkeit, dynamisch auf Preisänderungen im Zeitablauf oder auf regionale Abweichungen im Preisniveau auf dem Endkundenmarkt reagieren zu können.

Regionale Preisdifferenzierung ist auf dem Telekommunikationsmarkt seit jeher ein sehr umstrittenes Thema. Nationale Anbieter weisen darauf hin, dass regional unterschiedliche Preise für sie im Markt schwer durchsetzbar sind. Zugleich ist zu beobachten, dass die Zahlungsbereitschaften im ländlichen Raum zumindest für FTTB/H-

Zugänge häufig höher als im städtischen Bereich liegen und trotzdem hohe Penetrationsraten erzielt werden können (vgl. Tabelle 5-1). In Konsequenz dürfte mit Blick auf die Finanzierung des Breitbandausbaus der Preis für die Wahrung der Tarifeinheit im ländlichen Raum ein höherer Bedarf an öffentlichen Fördermitteln sein.²⁵⁶

Aus ökonomischer Sicht spricht einiges für die Anwendung regional unterschiedlicher Preise. Grundsätzlich besteht beim Ausbau von Gigabitnetzen ein starker Zusammenhang zwischen Bevölkerungsdichte und Ausbauraten, was auch die Hauptursache dafür ist, dass in dicht besiedelten Regionen mehrere Unternehmen parallele Infrastrukturen aufbauen können, während im ländlichen Raum zum Teil ein Ausbau selbst für einen Anbieter betriebswirtschaftlich nicht realisierbar ist.²⁵⁷ Hinzu kommt, dass die Abschöpfung unterschiedlicher Zahlungsbereitschaften über eine Preisdifferenzierung aus ökonomischer Sicht äußerst effizient sein kann. Schließlich zeigen unsere Untersuchungen, dass eine Preisdifferenzierung bei FTTB/H-Netzen im Wettbewerb auch durchaus durchsetzbar ist.²⁵⁸

Da der FTTB/H-Ausbau im ländlichen Raum überwiegend durch regional tätige Anbieter stattfindet, stellt sich die Problematik aktuell in der Praxis nur in geringem Ausmaß, sie birgt aber perspektivisch große Relevanz, wenn die Nachfrage nach Open Access durch national tätige Anbieter steigen und kommerzielle Verhandlungen nicht zu Einigungen führen sollten.

256 Vgl. Bundesnetzagentur (2016): Stellungnahme zum Grünbuch „Digitale Plattformen“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, S. 46, elektronisch verfügbar unter: <https://gruenbuch.de/digital/fileadmin/redaktion/BMWi/Stellungnahmen/BNetzA.pdf>.

257 Vgl. Jay, S.; Neumann, K.-H.; Plückerbaum, T. (2011): Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 359, Bad Honnef.

258 Vgl. Wernick, C.; Henseler-Unger, I.; unter Mitarbeit von Strube Martins, S. (2016): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau, Studie im Auftrag des Bundesverband Breitbandkommunikation (BREKO), Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: [http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie - Erfolgsfaktoren FTTB-FTTH-Ausbau.pdf](http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie_-_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf).

7 Staatliche Förderung im Rahmen der Errichtung von Gigabitnetzen

Kernaussagen:

- Angebotsorientierte Breitbandförderung sollte sich an klaren Kriterien orientieren, damit öffentliche Mittel zielgerichtet und effizient in den Ausbau von Gigabitnetzen fließen. Hierbei sind insbesondere folgende Aspekte zu beachten:
 - Eine öffentliche Förderung des Breitbandausbaus sollte grundsätzlich nur dort erfolgen, wo ein privatwirtschaftlicher Ausbau nicht realisiert werden kann.
 - Private Investitionen sollten nicht durch die öffentliche Förderung verdrängt werden (Crowding-out).
 - Die Förderung sollte mit Blick auf die Anbieter diskriminierungsfrei gestaltet sein, damit es nicht zu einer Verzerrung der Wettbewerbsverhältnisse kommt.
 - Details zur Förderung sollten transparent gemacht und der effiziente Einsatz von Fördermitteln durch objektive Dritte evaluiert werden.
 - Öffentliche Fördermittel sollten ausschließlich in zukunftssichere FTTB/H-Infrastruktur fließen, um Doppelförderungen zu vermeiden.
- Neben der in Deutschland etablierten Förderung über Deckungslücken- und Betreibermodelle, könnten auch Konzessionsmodelle einen Beitrag zur Erschließung unterversorgter Gebiete leisten.
- Angesichts des gerade im internationalen Vergleich geringen Digitalisierungsgrads der deutschen Bevölkerung kommt auch nachfrageorientierten Maßnahmen hohe Relevanz zu.
- Die Verbindlichkeit von Aussagen im Markterkundungsverfahren muss erhöht werden, damit der strategische Überbau geförderter Ausbauprojekte verhindert wird.

Eine öffentliche Förderung des Breitbandausbaus sollte grundsätzlich nur dort erfolgen, wo ein privatwirtschaftlicher Ausbau nicht realisiert werden kann. Die unzureichend versorgten Gebiete weisen i. d. R. erschwerte Bedingungen für einen privatwirtschaftlichen Ausbau auf (z. B. geringe Bevölkerungsdichte), die sich negativ auf die Profitabilität eines Ausbauprojekts auswirken.

Um möglichst zielgerichtete Anreize für einen zukunftssicheren Breitbandausbau zu schaffen, müssen verschiedene Aspekte beachtet werden. Grundsätzlich gilt, dass bei der Ausgestaltung einer effizienten Breitbandförderung der Beitrag zur Erhöhung der Verfügbarkeit und Nutzung einer leistungsfähigen Breitbandinfrastruktur im Vordergrund stehen sollte. Dies ist insbesondere von Relevanz, da die öffentliche und politische Diskussion häufig stark um die absolute Höhe der Fördermittel kreist, dabei jedoch außer

Acht lässt, dass es auf Länderebene gute Beispiele gibt, wie mit vergleichsweise geringen öffentlichen Subventionsmitteln signifikante Beiträge zum Breitbandausbau in der Fläche geleistet wurden.²⁵⁹

Um Wettbewerbsverzerrungen zu vermeiden, sollten öffentliche Fördermittel nur in Modelle fließen, die grundsätzlich diskriminierungsfreien Zugang für alle interessierten Parteien gewährleisten. Dies ist insofern von Relevanz, als der geförderte Ausbau auf solche Gebiete beschränkt sein sollte, die privatwirtschaftlich nicht erschlossen werden können und daher aus ökonomischer Sicht einen Monopolcharakter aufweisen.

Für eine vorausschauende Konzeption der Breitbandförderung sollte auch die absehbare Vermeidung einer späteren Förderung in bereits zuvor geförderten Gebieten („Doppelförderung“) eine hohe Priorität haben. Dies betrifft mit Blick auf den Breitbandausbau insbesondere die Förderung des FTTC-Ausbaus, welcher eine Brückentechnologie darstellt und den Weg zur Gigabitgesellschaft unter bestimmten Bedingungen auch verzögern kann, da ein späterer marktgetriebener Upgrade hin zu FTTB/H wenig wahrscheinlich erscheint.

Private Investitionen sollten nicht durch öffentliche Förderung verdrängt werden. Entsprechende Crowding-out-Effekte führen nicht nur zu einem unnötigen Einsatz öffentlicher Mittel, sondern zusätzlich zu zeitlichen Verzögerungen beim Breitbandausbau.

Darüber hinaus besteht der herausfordernde Anspruch an eine koordinierte Ausgestaltung von Breitbandförderung und Regulierung, die eine Förderung des Breitbandausbaus ohne Verzerrungen anstreben sollte. Regulierung und Förderung sollten sich ergänzen und sich nicht gegenseitig behindern. Inkonsistenzen zwischen den Förderbedingungen und den regulatorischen Auflagen führen zu Rechtsunsicherheit und Transaktionskosten, welche ausbauende Unternehmen unnötigerweise belasten und damit Infrastrukturinvestitionen verschrecken.

Abschließend muss eine Förderung der Gigabitnetze nicht nur den Ausbau der Infrastruktur, sondern auch deren Nutzung im Blick haben. Eine gezielte Förderung der Nachfrageseite hat wesentliche Impulse für die Entwicklung der Breitbandmärkte, wie vor allem Positivbeispiele aus Ländern wie z. B. Schweden, Dänemark, Südkorea und Singapur belegen. Ansatzpunkte für Nachfrageförderung sind dabei sowohl Förderprogramme zur Steigerung der digitalen Kompetenz der Nutzer als auch Anreize für die Nutzung digitaler Anwendungen.²⁶⁰

²⁵⁹ Vgl. Wernick, C.; Gries, C.-I.; Bender, C., Tenbrock, S.; Strube Martins, S. (2016): Regionale TK-Akteure im globalen Wettbewerb, Studie im Auftrag des Breitbandbüros Hessen bei der Hessen Trade & Invest GmbH, Bad Honnef, S. 43, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Regionale_TK_Akteure_im_globalen_Wettbewerb.pdf.

²⁶⁰ Vgl. Gries, C.; Plückebaum, T.; Strube Martins, S. (2016): Treiber für den Ausbau hochbitratiger Infrastrukturen, Studie im Auftrag von 1&1 Telecommunication SE, Bad Honnef, S. 56 f., elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/VATM_Hochbitratige_Infrastrukturen.pdf.

7.1 Angebotsorientierte Förderung

Die öffentliche Förderung des Breitbandausbaus in Deutschland ist geprägt durch ein komplexes Zusammenspiel von Landes- und Bundesförderprogrammen, ergänzt um Förderprogramme der EU. Bei der Ausgestaltung der Breitbandförderprogramme müssen die europäischen Beihilfebestimmungen beachtet werden. Diese sehen unter anderem vor, dass die Betreiber geförderter Netzinfrastrukturen allen interessierten Marktteilnehmern zu fairen Bedingungen Zugang zu ihren Netzen gewähren (Open Access). Was die konkreten Modelle angeht, sind verschiedene Modelle denkbar.

7.1.1 Deckungslückenmodell

Im Deckungslückenmodell ermöglicht der geförderte Netzausbau die Schließung einer Wirtschaftlichkeitslücke in einem eng abgegrenzten Ausbaugbiet durch eine Zuwendung, die als einmaliger Zuschuss gewährt wird.

Dieses „Deckungslückenmodell“ ist derzeit im geförderten Breitbandausbau am stärksten verbreitet. Es kann einen bedeutenden Beitrag zu einer zügigen Breitbanderschließung von unterversorgten Gebieten leisten. Es erfordert kein intensives Engagement der geförderten Kommune, die sich auf die Ausschreibung des Fördergebiets konzentrieren kann und Netzausbau und -betrieb einem privatwirtschaftlichen Betreiber überlässt. Die Kommune spart dadurch eigene Ressourcen, muss keine neuen Kompetenzen aufbauen und hat eine insgesamt weniger komplexe Planungsphase für die Sicherstellung einer (kurz- bis mittelfristigen) Breitbandversorgung ihres Einzugsgebietes. Hinzu kommt, dass das wirtschaftliche Risiko beim Ausbau und späteren Betrieb beim Betreiber und nicht bei der Kommune liegt.

Deckungslückenmodelle tendieren dazu, kostengünstige Ausbauvarianten des Breitbandausbaus wie FTTC zu bevorzugen, um den Subventionsbedarf möglichst stark zu begrenzen. Auch die Festlegung eines frühen Fertigstellungstermins begünstigt den Ausbau von zügig zu realisierenden FTTC-Netzen. Allerdings impliziert dies die Gefahr, dass bei zukünftigen Investitionen in eine Steigerung der Leistungsfähigkeit erneut öffentliche Förderung erforderlich ist.

Tendenziell ist bei Ausschreibungen zum Deckungslückenmodell der Incumbent gegenüber Wettbewerbern im Vorteil, da seine Deckungslücke aufgrund einer bestehenden Kundenbasis und vorhandenen Netzsynergien geringer ausfallen sollte als bei einem Wettbewerber.

7.1.2 Betreibermodell

Im „Betreibermodell“ übernimmt die Kommune eine aktive Rolle und wird selbst Eigentümer der neu errichteten Infrastruktur. Diese aktive Rolle erfolgt in Form einer Trägerschaft, die entweder direkt (durch ein öffentlich unterhaltenes, kommunales Netz) oder indirekt (durch ein privat unterhaltenes, kommunales Netz) ausgestaltet werden kann. In der Regel erfolgt dabei eine Kooperation im Rahmen regionaler Zweckverbände.

Es ist zu beobachten, dass bei Betreibermodellen im Gegensatz zum Deckungslückenmodell häufiger FTTB/H-Lösungen Anwendung finden. Dies ist zum einen darin begründet, dass die Breitbandinfrastruktur für Kommunen im Vergleich zu privatwirtschaftlichen Betreibern eine höhere Bedeutung hat. Sie wird nicht nur unter rein betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten beurteilt, sondern bezieht auch den gesamtwirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wert für die ortsansässigen Unternehmen und Privathaushalte ein.²⁶¹ Zum anderen zeichnen sich Betreibermodelle dadurch aus, dass durch die starke lokale Verbundenheit der Entscheidungsträger hohe Penetrationsraten erreicht werden können.

Letztendlich entstehen bei einer aktiven Rolle von Kommunen tendenziell großflächigere, leistungsfähigere Netze. Dies ist auf die Nutzung des Solidaritätsprinzips zwischen den einzelnen Gebietskörperschaften eines Zweckverbands zurückzuführen: Durch den Aufbau eines kommunalen Netzes über mehrere Gebietskörperschaften hinweg können Erträge aus attraktiveren Gemeinden die Verluste des Breitbandausbaus in wirtschaftlich unattraktiven Gemeinden ausgleichen.

Allerdings ist zu bemerken, dass das wirtschaftliche Risiko für eine Kommune im Vergleich zum Deckungslückenmodell ungleich größer ist. Vor diesem Hintergrund stellt die angespannte finanzielle Situation zahlreicher deutscher Kommunen ein Hindernis dar. Darüber hinaus ist die höhere Komplexität eine weitere Ursache dafür, dass sich in der Praxis zahlreiche Kommunen im Zweifelsfall doch für eine Förderung unter dem Deckungslückenmodell entscheiden.

7.1.3 Fördermaßnahmen zur Senkung der Kapitalkosten

Ein weiterer Ansatz zur Förderung des Ausbaus in ländlichen Gebieten ist die Bereitstellung zinsgünstiger Kredite und Ausfallbürgschaften des Landes, wie sie beispielsweise in Schleswig-Holstein und Hessen für Breitbandprojekte Anwendung finden.

In Schleswig-Holstein werden bspw. Bürgschaften und zinsgünstige Darlehen erfolgreich in Zweckverbandmodellen eingesetzt. In den Zweckverbänden ist das Risiko durch Bürgschaften und zinsgünstige Festzinsen abgesichert. In Schleswig-Holstein

²⁶¹ Vgl. Wernick, C.; Bender, C. (2016): Die Rolle der Kommunen beim Breitbandausbau im ländlichen Raum aus ökonomischer Sicht, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_Kommunaler_Breitbandausbau_im_laendlichen_Raum.pdf.

entstehen auf ca. 40% der Landesfläche FTTH-Netze. Nach 25-35 Jahren wird eine vollständige Refinanzierung erreicht, so dass keine Deckungslückenfinanzierung erforderlich ist und sich das Netz als Zukunfts-Asset im kommunalen Eigentum befindet.²⁶²

Vergleichbare Darlehensprogramme werden auch von der Europäischen Investitionsbank, der Kreditanstalt für Wiederaufbau, der Landwirtschaftlichen Rentenbank und von weiteren Landesförderbanken angeboten, die längere Rückzahlungszeiträume, vergünstigte Zinsen und/oder tilgungsfreie Anlaufjahre vorsehen.²⁶³

Entsprechende Modelle haben den Vorteil, dass die für die Amortisation der Investitionen direkt relevanten Kapitalkosten für Zins und Tilgung gesenkt werden können. Dieser Effekt lässt sich anhand eines Zahlenbeispiels verdeutlichen: In Tabelle 7-1 sind die monatlichen Kapitalkosten bei Kapitalkostensätzen von 7% bzw. 6% und einer Abschreibungsdauer von 25 Jahren dargestellt.

Tabelle 7-1: Kapitalkosten bei unterschiedlichen Kapitalkostensätzen

Investitionskosten je Teilnehmer	Monatliche Kapitalkosten bei 7%	Monatliche Kapitalkosten bei 6%	Abweichung
1.715,00 €	10,00 €	8,58 €	14%
2.000,00 €	11,67 €	10,00 €	
2.500,00 €	14,58 €	12,50 €	
3.000,00 €	17,50 €	15,00 €	
3.500,00 €	20,42 €	17,50 €	
4.000,00 €	23,33 €	20,00 €	
4.500,00 €	26,25 €	22,50 €	
5.000,00 €	29,17 €	25,00 €	14%
5.833,00 €	30,17 €	29,17 €	

Quelle: WIK.²⁶⁴

Im Zahlenbeispiel zeigt sich, dass eine Absenkung der Kapitalkostensätze um einen Prozentpunkt (durch Absenkung des Fremdkapitalzinses) die Investitionskosten je Teilnehmer um 14% verringert, d. h. es ist möglich, Teilnehmer mit anzuschließen, bei denen die Ausbaukosten um diesen Betrag höher sind.

²⁶² Vgl. Sasson, D. (2016): SWN Stadtwerke Neumünster GmbH, Hessischer Breitbandgipfel, elektronisch verfügbar unter:

https://www.breitband-in-hessen.de/mm/7BBG_Sasson_Glasfaser_bis_ans_Haus.pdf.

²⁶³ Vgl. zu einer Übersicht Wernick, C.; Strube Martins, S.; Bender, C. M.; Gries, C.-I. (2016): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland, Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, S. 66, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_BMWi_Breitbandnutzung_von_KMU.pdf.

²⁶⁴ Wernick, C.; Henseler-Unger, I.; unter Mitarbeit von Strube Martins, S. (2016): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau, Studie im Auftrag des Bundesverband Breitbandkommunikation (BREKO), Bad Honnef, S. 30, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie_-_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf.

7.1.4 Konzessionsmodelle

Als neuer Ansatz für die Förderung des Gigabit-Rollouts in unterversorgten ländlichen Regionen wären in Deutschland auch Konzessionsmodelle denkbar.

Kern solcher Modelle ist, dass der Konzessionsnehmer eine Konzession erwirbt, die ihm zumindest temporär eine Monopolstellung auf der Vorleistungsebene einräumt. Wettbewerb findet auf zwei Ebenen statt, zum einen im Rahmen der Vergabe der Konzessionen und zum anderen auf der Endkundenebene über Vorleistungsprodukte, die der Konzessionsnehmer Nachfragern auf Basis von Verhandlungslösungen und/oder die im geförderten Ausbau vorgesehenen Open-Access Verpflichtungen zum Netzzugang zur Verfügung stellt. Im Falle der Konzessionsvergabe an einen Wholesale-Only-Anbieter sollten aus ökonomischer Sicht nicht unbedingt Wettbewerbsprobleme zu erwarten sein, da kommerzielle Vereinbarungen für alle Beteiligten in diesem Falle eine rationale Strategie darstellen. Sollte der Konzessionsnehmer hingegen ein vertikal integrierter Anbieter sein, wären mit hoher Wahrscheinlichkeit Open Access Verpflichtungen erforderlich, um den Netzzugang Dritter zu sichern und damit Wettbewerb auf der Endkundenebene zu ermöglichen.

Ein zentrales Kriterium für den Erfolg von Konzessionsmodellen ist die Identifikation und Definition geeigneter Konzessionsgebiete. Diese können, müssen aber nicht, unmittelbar miteinander verbunden sein, da sich Konzessionsgebiete auch über Landkreise, Regierungsbezirke- und auch Bundeslandebene hinaus ausdehnen können. Zielsetzung sollte sein, Gebiete zu identifizieren, die einerseits aufgrund ihrer Größe und Beschaffenheit Ausbauinteressenten anziehen und gleichzeitig nicht gegen die für den geförderten Ausbau relevanten Aufgreifschwelle verstoßen.

Eine Reihe von positiven Effekten, die durch die Umsetzung von Konzessionsmodellen erzielt werden können, begründen die ökonomische Attraktivität einer solchen Lösung in Szenarien, in denen mit keinem marktgetriebenen Ausbau zu rechnen ist. Zu nennen sind Größen- und Skalenvorteile, die mit der Definition von großflächigen Konzessionsgebieten einhergehen, welche die Attraktivität für ausbauende Unternehmen und andere Investoren erhöhen können. Ebenso bewirkt der Skalierungseffekt, dass es für Diensteanbieter, wie beispielsweise Content-Provider, attraktiver wird ihre Inhalte über neue Netze anzubieten, da die Kosten, die beim Anschluss eines Betreiber-netzes entstehen, pro Haushalt sinken. Durch die Zusammenlegung von kleinteiligen unterversorgten Gebieten über Landkreis- und evtl. auch Bundeslandgrenzen wird eine Fragmentierung der Anschlussinfrastruktur vermieden. In Folge dessen können Fixkosten über mehr Haushalte skaliert werden, Ausbau- und Netzplanung zentral effektiver gestaltet werden und weitere Skalenvorteile erzielt werden.

Durch die zumindest temporäre Exklusivität entsteht eine monopolartige Ausgangsstellung auf dem Vorleistungsmarkt, welche durch damit verbundene kalkulierbare Zahlungsströme und gesicherte Rahmenbedingungen potentiell starke Investitionsanreize

für ausbauende Unternehmen und externe Investoren impliziert. Dadurch kann der Förderbedarf für die öffentliche Hand sinken, zum einen durch den Bieterwettbewerb um die Konzession und zum anderen wenn Finanzinvestoren in das System aufgenommen werden und die öffentliche Hand als Investor entlasten.

Nichtsdestotrotz stellen Konzessionsvergaben einen erheblichen Eingriff in den Markt dar. Vor diesem Hintergrund erscheinen diese nur dort ökonomisch sinnvoll, wo kein marktgetriebener Ausbau zu erwarten ist. Insbesondere müssen zahlreiche juristische Fragestellungen und Herausforderungen gelöst werden. Vor allem bedarf es Analysen, ob und unter welchen Bedingungen der deutsche und europäische Rechtsrahmen solche Eingriffe erlauben würde.

Es gibt (bisher) keinen Präzedenzfall für eine Anwendung eines Konzessionsmodells mit Exklusivrechten unter dem europäischen Rechtsrahmen für die elektronische Kommunikation, wenngleich in einigen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union Fördermodelle erfolgreich zur Anwendung kommen, die eine konzessionsähnliche Interpretation erlauben.

In Portugal, wo die NGA Abdeckung im ländlichen Bereich Mitte 2015 bei 49,5%²⁶⁵ und damit deutlich höher als in Deutschland lag, hat man beispielsweise sehr positive Erfahrungen mit konzessionsähnlich ausgestalteten Fördermodellen gesammelt. Auch wenn es sich bei dem portugiesischen Modell nicht um ein Konzessionsmodell im juristischen Sinne handelt, da für die Konzessionsnehmer keine Exklusivrechte eingeräumt wurden, erfolgte der Netzausbau faktisch wie bei einem Konzessionsmodell und bietet Anregungen, wie ein Konzessionsmodell für den Netzausbau im ländlichen Raum in Deutschland ausgestaltet werden könnte.

Portugal weist insgesamt eine hohe Abdeckung mit Glasfaser aus und neben dem Ausbau in den Ballungsräumen (im letzten Jahr vor allem durch Vodafone) war auch der Glasfaserausbau in ländlichen Gebieten am starken Wachstum der Versorgung mit Glasfaseranschlüssen beteiligt.

In Portugal lag die Netzabdeckung mit FTTH/B Ende 2015 bei 75,4% der Haushalte. Der Anteil der Breitbandkunden, die Ende 2015 FTTH/B nutzten, lag bei 23,2% der Haushalte.²⁶⁶ Die wichtigsten Netzbetreiber von hochbitratigen Breitbandnetzen sind NOS, MEO (Portugal Telecom), Cabovisão, Vodafone, Fibroglobal und DStelecom.

²⁶⁵ Vgl. European Commission (2016): Broadband Coverage in Europe 2015. Mapping progress towards the coverage objectives of the Digital Agenda, A study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content and Technology by: HIS and VVA Consulting, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/broadband-coverage-europe-2015>.

²⁶⁶ Vgl. European Commission (2016): Broadband Coverage in Europe 2015. Mapping progress towards the coverage objectives of the Digital Agenda, A study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content and Technology by: HIS and VVA Consulting, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/broadband-coverage-europe-2015>.

Um sicherzustellen dass ländliche Gebiete bei der Versorgung mit Breitbandanschlüssen nicht ins Hintertreffen geraten, hat ANACOM im Auftrag des „Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações“ im Jahr 2009 den Netzausbau für die Installation, den Betrieb und Instandhaltung von Breitbandnetzen in den ländlichen Gebieten im Norden, Zentrum, Alentejo/Algarve, Madeira und Azoren ausgeschrieben.²⁶⁷ Für den Breitbandausbau in den ländlichen Gebieten wurden öffentliche Gelder (vornehmlich mit EU-Kofinanzierung) zur Verfügung gestellt.

Die Europäische Kommission hat dieser Breitbandförderung 2011 zugestimmt,²⁶⁸ da sie (nach Notifizierung der Maßnahme durch die portugiesische Regierung) zum Ergebnis gekommen ist, dass die Kompatibilitätskriterien der Breitbandrichtlinie erfüllt seien. Die von der portugiesischen Regierung geplanten Maßnahmen seien mit Artikel 107(3)(c) AEUV²⁶⁹ in Verbindung mit den Breitbandrichtlinien vereinbar.

Fibroglobal und DStelecom waren dazu verpflichtet, innerhalb von zwei Jahren (dies bedeutet bis 2013, da die Lizenzverteilung 2011 erfolgte) eine Netzabdeckung von mindestens 50% mit einer Bandbreite von 40 Mbit/s zu erreichen. Gleichzeitig müssen sie im Rahmen einer Open-Access Verpflichtung alternativen Netzbetreibern Zugang zu ihrem Netz zu gewähren.²⁷⁰

Es muss ein virtueller Netzzugang in Form eines Bitstream Angebotes zur Verfügung gestellt werden. Die Bewerber mussten darüber hinaus detaillierte und konkrete Angaben zu Prozessen, Schnittstellen, Lieferfristen und SLA inklusive Pönalen bei Verstößen machen, die im Rahmen der Vergabe bewertet wurden.²⁷¹

267 Vgl. ANACOM (2009): Concursos públicos sobre redes de nova geração, elektronisch verfügbar unter: <https://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=332461#.WJG0tzi2H-E>.

268 Vgl. European Commission (2011): State aid SA.30317 – Portugal, High-speed broadband in Portugal, Brussels, 19.01.2011, C(2011)312 final, elektronisch verfügbar unter: http://ec.europa.eu/competition/state_aid/cases/236635/236635_1199063_71_2.pdf.

269 Vgl. Artikel 107 AEUV (Vertrag über Arbeitsweise der Europäischen Union) Amtsblatt der Europäischen Union vom 26.10.2012, C 326/47, elektronisch verfügbar unter: http://www.europarl.europa.eu/brussels/website/media/Basis/Vertragsartikel/Pdf/Art_107_AEUV.pdf, der vollständige Vertrag ist elektronisch abrufbar unter: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/PDF/?uri=CELEX:12012E/TXT&from=EN>.

270 Vgl. zu den Vorschriften ANACOM (2009): CADERNO DE ENCARGOS, Concurso público para a para a instalação, gestão, exploração e manutenção de redes de comunicações electrónicas de alta velocidade na Zona Centro, elektronisch verfügbar unter: <http://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=331731#.WliDabm2H-E>.

271 Diese Auflage betrifft insbesondere folgende Elemente des Wholesaleangebots:

- (a) Den Prozess und die Bedingungen für den Zugang und die Nutzung der Infrastruktur;
- (b) Die verschiedenen Schnittstellen und jeweilige technische Spezifikationen;
- (c) Die Lieferfristen für die Dienste
- (d) Beschreibung der administrativen Prozesse bei Zugangsfragen und operationelle Vorgehensweise bei der Instandhaltung und Verwaltung des Wholesalezugangs;
- (e) Die technischen Eigenschaften des Netzes, einschließlich der Beschreibung und der Zugangspunkte und im Falle eines Zugangs zu Kabelschächten oder Masten, die Pläne dieser Infrastruktur;
- (f) Die Preise für den Zugang und die Nutzung der Infrastruktur und aller Vorleistungsdienste, die Teil des Vorleistungsangebots sind;
- (g) Entschädigungszahlungen bei Verletzungen von Service Level Agreements.

Vgl. exemplarisch für die Region Zentrum: ANACOM (2009): CADERNO DE ENCARGOS, Concurso público para a para a instalação, gestão, exploração e manutenção de redes de comunicações electrónicas de alta velocidade na Zona Centro, elektronisch verfügbar unter: <http://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=331731#.WliDabm2H-E>

Darüber hinaus wurden folgende Vorgaben für die zu errichtende Netzinfrastruktur gemacht:

- Die Netzinfrastruktur musste so geplant werden, dass sie den Zugang mehrerer Netzbetreiber zum vollständigen Netz ermöglicht (neben dem Netzbetreiber, der das Netz ausbaut und Unternehmen, die vom Netzbetreiber kontrolliert werden).
- Das Vorleistungsangebot musste dem Nutzer der Vorleistungen ermöglichen, aus technischer und wirtschaftlicher Sicht auf Endkundenebene die Dienste des Wettbewerbers abzubilden (falls der Wettbewerber mit der Netzinfrastruktur Endkundendienste anbietet).
- Der Zugang zum Vorleistungsprodukt musste an einem Zugangspunkt ermöglicht werden, von dem aus alle Endnutzer, die durch das Netz abgedeckt sind, erreicht werden können. Wobei es von Vorteil ist, wenn, falls erwünscht, weitere Zugangspunkte bereitgestellt werden können.
- Falls Kabelschächte oder Maste gebaut werden sollten, musste zusätzlich Zugang zu diesen Infrastrukturen gewährt werden. Die Zugangsbedingungen mussten erläutert werden.

Weitere Vorleistungsangebote (wie entbundelter Zugang zum Anschlussnetz) wurden bei der Auswertung der Bewerbungen positiv bewertet.

Die zwei Netzbetreiber Fibroglobal und DStelecom haben den Zuschlag erhalten. Fibroglobal wurde als Tochter von Visabeira (ein eng mit der Portugal Telecom verknüpftes Unternehmen, an dem die Portugal Telecom mit 5% beteiligt ist) gegründet für den Ausbau der Netze in den Gebieten Zentrum, Azoren und Madeira. Auf den Azoren kooperiert Fibroglobal mit MEO auf der Diensteebene.

ANACOM untersucht derzeit Klagen der Netzbetreiber NOS und Vodafone aufgrund von Problemen beim Zugang zum Netz der Fibroglobal. Nach Aussage der Netzbetreiber verlangt Fibroglobal prohibitive Preise von alternativen Netzbetreibern, so dass bis jetzt nur MEO (die u.a. bei Fibroglobal im Aufsichtsrat sitzt) die Vorleistungen von Fibroglobal nutzt.

Im Gegensatz dazu zielt DStelecom darauf ab, möglichst alle alternativen Netzbetreiber mit Vorleistungen zu versorgen. Die Vorleistungspreise der DStelecom sind deutlich niedriger als die Preise, die Fibroglobal von NOS und Vodafone verlangt. Allerdings liegen die Preise von Fibroglobal im Rahmen dessen, was in der Ausschreibung angekündigt wurde.

Beide Unternehmen haben in allen Gebieten mit Ausnahme von Madeira die Abdeckungsziele überschritten und bieten verschiedene Formen von Wholesalezugang an. Die Konzessionen schreiben keinen FTTH/B Ausbau vor, aber beide Unternehmen

bauen FTTH/B aus und haben Ende 2014 394.000 Haushalte mit Glasfaser erreicht (homes passed).

Tabelle 7-2: Netzabdeckung in ländlichen Gebieten im Rahmen der Konzessionen in Portugal

Netzabdeckung im Dezember 2015 in Prozent der Bevölkerung	
Festland insgesamt	56%
Nördliche Region (DSTelecom)	53,1%
Zentrumsregion (Fibroglobal)	54,9%
Alentejo und Algarve (DSTelecom)	62,9%
Azoren (Fibroglobal)	58,6%
Madeira (Fibroglobal) ²⁷²	

Quelle: ANACOM (2016): O Sector das Comunicações, elektronisch verfügbar unter: <http://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1383299#.WliH67m2H-E>

7.2 Nachfrageorientierte Förderung

Eine wichtige komplementäre Rolle bei der Förderung von Gigabitnetzen für Deutschland kommt der nachfrageorientierten Förderung zu, die die Nutzung digitaler Technologien im Fokus hat. Mit der intensiveren Nutzung digitaler Anwendungen steigt der Bedarf einer flächendeckenden, leistungsfähigen Breitbandinfrastruktur, die gleichzeitig aber auch die grundlegende Voraussetzung für das Ausschöpfen der Digitalisierungspotenziale ist. Es ist allerdings auch in Ländern mit weit entwickelter Breitbandinfrastruktur beobachtbar, dass eine Lücke zwischen der Verfügbarkeit und der tatsächlichen Nutzung hochbitratiger Breitbandzugänge besteht. Dies hat zur Folge, dass eine vergleichsweise geringe Nutzungsintensität die Wirtschaftlichkeit des Breitbandausbaus gefährdet.

Zu ausgewählten Förderinitiativen des Bundes, die vor allem auf die (gewerbliche) Nachfrageseite und insbesondere auf KMU ausgerichtet sind, gehören die folgenden:

- **Digitale Anwendungen in KMU:** Die im Juni 2015 im Rahmen von „Mittelstand Digital“ gestartete Förderinitiative „Mittelstand 4.0 – Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse“ setzt sich zum Ziel, mittels Informations- und Demonstrationen das Wissen über Digitalisierung und Vernetzung zu bündeln und KMU durch Implementierungsbeispiele die Vorteile der Digitalisierung und Möglichkeiten der Nutzung zu veranschaulichen.

²⁷² Fibroglobal hat Ende 2016 angekündigt, in 5 Regionen auf Madeira mit dem Netzausbau zu beginnen. Derzeit liegt die Abdeckung mit FTTH/B auf Madeira bei 31%. Der bisherige Netzausbau erfolgte allerdings nicht im Rahmen der Konzessionen. Vgl. ANACOM (2016): O Sector das Comunicações, S. 59, elektronisch verfügbar unter: <http://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1383299#.WliH67m2H-E>

- **Industrie 4.0:** Mit den Förderprogrammen „Autonomik für Industrie 4.0“ und „Smart Service Welt“ sollen Innovationen im Bereich Industrie 4.0 vorangetrieben werden. Dies beinhaltet, moderne IKT-Technologien mit der industriellen Produktion unter Nutzung von Innovationspotenzialen zu verzahnen, Unternehmen die Chancen und Vorteile der Digitalisierung näherzubringen sowie die Forschung und Entwicklung entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu fördern.
- **Landwirtschaft:** Mit Blick auf den Einsatz von Big Data in der Landwirtschaft hat das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) eine Förderrichtlinie verabschiedet, in der es um den Einsatz von IKT zur Steuerung und Regelung sowie Überwachung und Automation kompletter Verfahrensketten in der landwirtschaftlichen Produktion geht.

Darüber hinaus kommt der Förderung in Anwendungsbereichen, die auf leistungsfähige Gigabitnetze angewiesen sind, eine hohe Bedeutung zu. In diesem Kontext unterstützt das BMWi mit der „Initiative Intelligente Vernetzung“ die Nutzung der vielfältigen Anwendungspotenziale, indem sie die systematische Vernetzung der verschiedenen Akteure fördert. Zu den Anwendungssektoren der Initiative „Intelligente Vernetzung“ gehören Bildung, Energie, Gesundheit, Verkehr und Verwaltung.

In diesen Anwendungsfeldern besteht bereits ein breites Spektrum an gezielten Förderprojekten des Bundes. So unterstützt z. B. das Bundesministerium für Gesundheit (BMG) in der E-Health-Initiative Einsatzmöglichkeiten der Telemedizin im praktischen Alltag und arbeitet am Abbau bestehender Hürden zur erfolgreichen Etablierung von Telemedizin-Anwendungen. Die Förderung von E-Government erfolgt im Rahmen des Handlungsfeldes „Innovativer Staat“, in das z. B. das Programm „Digitale Verwaltung 2020“ zur Modernisierung der Verwaltung (u. a. Einführung elektronischer Akten bis 2020) oder das Projekt „Modellkommune E-Government“ (Umsetzung von innovativen E-Government-Ansätzen) einzuordnen sind.

Trotz dieser zahlreichen Bemühungen besteht bei der Digitalisierung in Deutschland nach wie vor Nachholbedarf. Der aktuelle Wert des D21-Digital-Indexes, der das Nutzungsverhalten im Internet qualitativ untersucht, weist in seinem jüngsten, vor kurzem veröffentlichten Bericht einen Wert von 51 Punkten auf einer Skala von 0 bis 100 auf, was einem Rückgang um einen Punkt im Vergleich zum Vorjahr entspricht.²⁷³ Insbesondere bei den Dimensionen Kompetenz und Offenheit sind Rückgänge zu verzeichnen, was insbesondere auf die gestiegenen Anforderungen bei digitalen Technologien (z. B. Umgang mit persönlichen Daten, Datensicherheit, Datenschutz, Vernetzung von Geräten/Heimnetzwerken, Verständnis für Algorithmen, Big Data, Programmierkenntnisse, Cloud-Anwendungen) und die damit verbundenen Bedenken und Ängste der deutschen Bevölkerung zurückzuführen ist. Hier können nachfrageorientierte Maßnahmen sinnvollerweise ansetzen.

²⁷³ Vgl. Initiative D21 (2016): 2016 D21-DIGITAL-INDEX Jährliches Lagebild zur Digitalen Gesellschaft, Untersuchung im Auftrag des BMWi, Berlin, 2016, elektronisch verfügbar unter: <http://www.initiatived21.de/wp-content/uploads/2016/11/Studie-D21-Digital-Index-2016.pdf>.

7.3 Förderprogramme auf Bundesebene

Auf Bundesebene wurde aufgrund der hohen Bedeutung, die die Mitnutzung vorhandener Infrastruktur für die Kostensenkung im Breitbandausbau hat, im Jahr 2010 die Leerrohrförderung in der „Bundesrahmenregelung Leerrohre“ festgelegt, die als Vorläufer der heutigen Breitbandförderung den Schwerpunkt auf vorbereitende Maßnahmen für den Ausbau hochbitratiger Zugangsnetze legte. Der Gegenstand dieser bis Ende 2015 gültigen Förderung war das Verlegen von Leerrohren (mit oder ohne Kabel) bis zum letzten Verteilpunkt vor dem Gebäude.

Seit 2015 erfolgt die Breitbandförderung des Bundes auf der Grundlage der „Rahmenregelung der Bundesrepublik Deutschland zur Unterstützung des Aufbaus einer flächendeckenden NGA-Breitbandversorgung“, die die EU-Kommission am 15. Juni 2015 auf der Grundlage der Breitbandleitlinie genehmigt hat.²⁷⁴ Diese bildet die Basis für eine notifizierungsfreie Förderung des Breitbandausbaus und ermöglicht, dass alle Projekte, die im Einklang mit den Bedingungen der NGA-Rahmenregelung stehen, unmittelbar förderfähig sind. Bei diesen förderfähigen Projekten handelt es sich um Ausbauvorhaben in weißen Flecken, die zum Zeitpunkt der Förderung keine NGA-Infrastruktur aufweisen und die laut einem Markterkundungsverfahren auch innerhalb der folgenden drei Jahre vom Markt nicht entsprechend versorgt werden. Bei der Breitbandförderung verfolgt der Bund grundsätzlich einen technologieneutralen Ansatz.

Im Juni 2016 hat das BMVI mit Netzbetreibern eine „Netzallianz“²⁷⁵ geschlossen, deren Mitglieder zusagen, im Jahr 2016 insgesamt 8 Milliarden € in den Netzausbau zu investieren. Im Rahmen der Netzallianz stellt das BMVI zur Förderung der Anbindung von Gewerbegebieten in einem „Sonderförderprogramm Mittelstand“ 350 Mio. € bereit.²⁷⁶

Die derzeitigen Möglichkeiten der Förderung aus Bundesmitteln sind entsprechend der Richtlinie „Förderung zur Unterstützung des Breitbandausbaus in der Bundesrepublik Deutschland“²⁷⁷ wie folgt charakterisiert:

²⁷⁴ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2015): Rahmenregelung der Bundesrepublik Deutschland zur Unterstützung des Aufbaus einer flächendeckenden Next Generation Access (NGA)-Breitbandversorgung (NGA-Rahmenregelung), 15. Juni 2015, elektronisch verfügbar unter: http://www.breitbandbuero.de/fileadmin/user_upload/PDF/150615_NGA_Rahmenregelung.pdf?PHPS_ESSID=ef12a815c255862f41626cf0b248d036.

²⁷⁵ Vgl. BMVI (2016): Netzallianz digitales Deutschland, Juni 2016, elektronisch verfügbar unter: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/kursbuch-netzausbau-2016.pdf?__blob=publicationFile.

²⁷⁶ Vgl. BMVI (2016): Netzallianz bringt unterversorgte Gewerbegebiete ans schnelle Internet Dobrindt: 350 Millionen für Glasfaser für den Mittelstand, Pressemitteilung vom 15.06.2016, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2016/095-dobrindt-netzallianz.html>.

²⁷⁷ Vgl. BMVI (2016): Richtlinie "Förderung zur Unterstützung des Breitbandausbaus in der Bundesrepublik Deutschland", Bekanntmachung des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur vom 22. Oktober 2015 – erste überarbeitete Version vom 20.06.2016, elektronisch verfügbar unter: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/foerderrichtlinie-breitbandausbau.pdf?__blob=publicationFile.

- Beratungsleistungen für die Planung und Durchführung von geförderten Ausbauprojekten werden mit 100% und bis zu einem Höchstbetrag von 50.000 € gefördert.²⁷⁸
- In förderberechtigten Ausbauprojekten können im Regelfall 50% der Kosten (bis zu 70% bei besonders geringer Wirtschaftskraft) durch öffentliche Mittel finanziert werden, wobei auch eine Kombination von Landes- und EU-Fördermitteln möglich ist (solange der Eigenanteil der Kommune bei mind. 10% liegt).
- Die förderfähigen Gebiete werden auf Basis eines Punktesystems (Scoring-Modells) ausgewählt.

Heute stehen für den Breitbandausbau aus Bundesmitteln insgesamt 4 Mrd. € zur Verfügung (2,7 Mrd. € seit November 2011, aufgestockt um 1,3 Mrd. € im Juni 2016²⁷⁹). Insgesamt wurden bis September 2016 bereits 1,8 Mrd. € aus dem mit 4 Mrd. € ausgestatteten Bundesförderprogramm bewilligt.²⁸⁰ Bei den bewilligten Fördergeldern handelt es sich um vorläufige Beträge, da erst nach der Ausschreibung ein endgültiger Förderbescheid erteilt wird und die konkrete Auszahlung im Abrufverfahren auf Nachweis der erbrachten Leistung in Teilzahlungen erfolgt.

Die Fördermittel wurden wie folgt stufenweise vergeben:

- **Geförderte Beratungsleistungen:**

Die ersten 31 Kommunen und Landkreise erhielten am 14.12.2015 ihre Förderbescheide.²⁸¹ Bis Oktober 2016 wurden insgesamt 836 geförderte Beratungsleistungen bewilligt.²⁸²

- **Geförderte Netzausbauprojekte (erste Förderrunde):**

55 Netzausbauprojekte, für die insgesamt 420 Mio. € Fördermittel bewilligt wurden (April 2016).²⁸³

²⁷⁸ Vgl. BMVI (2016): Richtlinie "Förderung zur Unterstützung des Breitbandausbaus in der Bundesrepublik Deutschland", Bekanntmachung des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur vom 22. Oktober 2015 – erste überarbeitete Version vom 20.06.2016, S. 9 f., elektronisch verfügbar unter: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/foerderrichtlinie-breitbandausbau.pdf?__blob=publicationFile.

²⁷⁹ Vgl. BMVI (2016): Minister Dobrindt steigert Investitionen in Breitbandausbau, 06.07.2016, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2016/111-dobrindt-uebergabe-foerderbescheide-breitband.html?nn=169498>.

²⁸⁰ Vgl. BMVI (2016): BMVI fördert Netzausbau mit 904 Millionen Euro – Dobrindt: Nächster Schritt zu Gigabit-Deutschland, 06.09.2016, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2016/141-dobrindt-gigabit-deutschland.html?nn=169498>.

²⁸¹ Vgl. BMVI (2015): Bundesverkehrsminister überreicht Förderzusagen an 31 Kommunen, 14.12.2015, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2015/151-dobrindt-breitband-foerderbescheide.html?nn=169498>.

²⁸² Vgl. BMVI (2016): Dobrindt überreicht Förderbescheide für schnelles Internet, 17.10.2016, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2016/165-dobrindt-foerderbescheide.html?nn=169498> und für einen Überblick über die geförderten Netzausbauprojekte http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/foerderbescheide-ausbauprojekte-breitband-april2016.pdf?__blob=publicationFile.

- **Geförderte Netzausbauprojekte (zweite Förderrunde):**

116 Netzausbauprojekte, für die insgesamt 904 Mio. € bewilligt wurden (September 2016).²⁸⁴

Ein dritter Förderaufruf ermöglichte die Antragstellung bis zum 28. Oktober, ein vierter Förderaufruf läuft bis zum 28. Februar 2017.²⁸⁵

Bei der geförderten Netzausbauprojekten gelten folgende Maßgaben:²⁸⁶

- Ein möglichst umfassender Zugang zu passiven und aktiven Infrastrukturen auf der Vorleistungsebene zu fairen und diskriminierungsfreien Bedingungen (einschließlich physischer Entbündelung bei NGA-Netzen) soll gewährt werden.
- Zugang zu passiven Infrastrukturelementen muss zeitlich unbefristet, ansonsten befristet für einen Zeitraum von mindestens 7 Jahren gewährt werden.
- Leerrohre müssen groß genug für mehrere Kabelnetze und auf verschiedene Netztopologien ausgelegt sein.
- Der Preis für den Zugang auf Vorleistungsebene beruht auf den Preisbildungsverfahren der Bundesnetzagentur und auf Benchmarks aus vergleichbaren, wettbewerbsintensiveren Gebieten.

Im Gesamtergebnis zeigt sich nach der ersten und zweiten Förderrunde ein sehr unterschiedliches Gewicht der einzelnen Bundesländer. Die Gründe hierfür sind vielfältig und unter anderem in der Ausgangssituation der Bundesländer im Hinblick auf den Anteil unterversorgter und somit antragsberechtigter Gebiete vor dem Start der Förderung begründet. Gleichwohl fällt auf, dass zumindest in den ersten beiden Förderrunden einige Bundesländer, die bei der ländlichen Versorgung mit NGA Anschlüssen unter dem bundesdeutschen Durchschnitt liegen, nur in geringem Maße von der Förderung profitiert haben.²⁸⁷

Aufgrund relevanter Anforderungen, wie z.B. geringer Bevölkerungsdichte, haben die Bundesländer hier in sehr unterschiedlichem Umfang förderfähige Gebiete. Darüber hinaus haben sich einzelne Länder (z. B. Mecklenburg-Vorpommern) jedoch auch stärker darum bemüht, die Kommunen in ihrem Einzugsgebiet bei der erfolgreichen Antrag-

²⁸³ Vgl. BMVI (2016): Minister Dobrindt: Startschuss für Gigabit-Deutschland - Bundesminister erteilt erste Förderbescheide für Netzausbauprojekte, 28.04.2016, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2016/054-dobrindt-startschuss-gigabit-deutschland.html?nn=169498>.

²⁸⁴ Vgl. BMVI (2016): BMVI fördert Netzausbau mit 904 Millionen Euro - Dobrindt: Nächster Schritt zu Gigabit-Deutschland, 06.09.2016, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2016/141-dobrindt-gigabit-deutschland.html?nn=169498>.

²⁸⁵ Siehe zu allen bisherigen Förderaufrufen mit den erforderlichen Bestimmungen und Unterlagen: <http://www.atenekom.eu/projektraeger/aufrufe/?L=kyggocflblhpoww/df27>.

²⁸⁶ Vgl. Breitbandbüro des Bundes (2016): Staatliche Beihilfen im Zusammenhang mit dem Breitbandausbau, Berlin, 2016, elektronisch verfügbar unter: https://www.breitbandbuero.de/fileadmin/user_upload/PDF/161110_Infobroschu_reBeihilfe_WEB.pdf.

²⁸⁷ Dies gilt insbesondere für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen.

stellung zu unterstützen. So haben die Bundesländer verschiedene Möglichkeiten zur Kofinanzierung mit Landesmitteln geschaffen. Mecklenburg-Vorpommern geht hier jedoch noch einen Schritt weiter und unterstützt die Kommunen beim Aufbringen des geforderten Eigenanteils an den Investitionen in Höhe von 10% mit einem „kommunalen Aufbaufonds“, der Kredite zu günstigen Konditionen in unbürokratischer Weise zur Verfügung stellt.²⁸⁸

Ergänzt wird dieses Vorgehen um eine vom Landesbreitbandzentrum koordinierte, intensive Beratung und Unterstützung der Kommunen bei der Beantragung von Fördermitteln.

Tabelle 7-3: Breitbandförderung des Bundes: Ergebnisse aus dem ersten und zweiten Förderaufruf nach Bundesländern

	Anzahl Projekte	Bewilligte Fördermittel (in €)	Durchschnittliche Fördersumme pro Projekt (in €)	Anteil an den Fördermitteln
Baden-Württemberg	4	19.455.029	4.863.757	1%
Bayern	11	47.618.086	4.328.917	4%
Berlin	1	498.636	498.636	0%
Brandenburg	1	11.045.594	11.045.594	1%
Bremen	0	0		
Hamburg	0	0		
Hessen	5	16.265.312	3.253.062	1%
Mecklenburg-Vorpommern	77	704.335.263	9.147.211	53%
Niedersachsen	21	148.923.971	7.091.618	11%
Nordrhein-Westfalen	7	55.313.080	7.901.869	4%
Rheinland-Pfalz	5	29.776.758	5.955.352	2%
Saarland	1	7.754.049	7.754.049	1%
Sachsen	19	211.927.063	11.154.056	16%
Sachsen-Anhalt	14	41.320.355	2.951.454	3%
Schleswig-Holstein	4	21.515.822	5.378.956	2%
Thüringen	1	6.711.400	6.711.400	1%
Insgesamt	171	1.322.460.418*	7.733.687	100%

* Die Summe der Detailinformation ist etwas geringer als die vom BMVI veröffentlichte Gesamtsumme der bewilligten Fördermittel (1,4 Mrd. €).

Quelle: WIK.²⁸⁹

²⁸⁸ Zur Bereitstellung der erforderlichen Mittel gab es einen gemeinsamen Vorschlag von Innen- und Finanzministerium, der am 17.06.2016 als Gesetzentwurf für ein Haushaltsbegleitgesetz zum Nachtragshaushaltsgesetz 2016 und 2017 in den Landtag eingebracht wurde: Landesregierung Mecklenburg-Vorpommern (2016): Gesetzentwurf der Landesregierung, Entwurf eines Haushaltsbegleitgesetzes zum Nachtragshaushaltsgesetz 2016 und 2017, Drucksache 6/5505, 17.06.2016, elektronisch verfügbar unter:

https://www.landtag-mv.de/fileadmin/media/Dokumente/Parlamentsdokumente/Drucksachen/6_Wahlperiode/D06-5000/Drs06-5505.pdf. Am 14. Juli erfolgte die Verabschiedung des Gesetzes.

²⁸⁹ Basierend auf den veröffentlichten Detailinformationen zu den Förderbescheiden (erster Förderaufruf), elektronisch verfügbar unter: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/foerderbescheide-ausbauprojekte-breitband-april2016.pdf?__blob=publicationFile, (zweiter Förderaufruf) elektronisch verfügbar unter: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Presse/20160906-dobrindt-gigabit-deutschland.pdf?__blob=publicationFile).

In den geförderten Netzausbauprojekten werden größtenteils Deckungslückenmodelle umgesetzt. Die meisten geförderten Projekte befinden sich derzeit noch in einer frühen Phase der Umsetzung, d. h. in der Ausschreibung. Es ist grundsätzlich positiv zu beurteilen, dass mit dem Bundesförderprogramm nun bessere Rahmenbedingungen zur Erschließung des ländlichen Raums geschaffen wurden und alle geförderten Projekte Open Access anbieten müssen. Es bleibt jedoch abzuwarten, wie sich der Breitbandausbau durch die Fördermaßnahme entwickelt.

Allerdings können bereits heute einige Aspekte kritisch betrachtet werden, die sich aus der derzeitigen Ausgestaltung des Förderprogramms ergeben und mit Blick auf spätere Förderrunden hinterfragt werden sollten:

1. Es darf bezweifelt werden, dass die Förderung ausschließlich in zukunftssichere Infrastrukturen fließt. Aufgrund der Ausgestaltung und Gewichtung im Scoring Modell ist zu erwarten, dass die Förderprojekte – auch wenn sie im Regelfall technologieutral ausgeschrieben werden – vorwiegend als FTTC-Netze realisiert werden. Verstärkt werden dürfte die Tendenz zu FTTC dadurch, dass in den ersten beiden Förderrunden überwiegend Deckungslückenmodelle im Förderprogramm berücksichtigt worden sind.
2. Die Landkreise, die unter Verwendung der Bundesfördermittel FTTC ausbauen, können innerhalb der folgenden sieben Jahre nicht erneut Fördermittel beantragen. Insofern ist es sehr wahrscheinlich, dass die Haushalte innerhalb dieser Landkreise voraussichtlich erst nach 2025 gigabitfähige Anschlüsse nutzen können, da ein privatwirtschaftlicher Ausbau in der Zwischenzeit sehr unwahrscheinlich ist.
3. Das Bundesförderprogramm ist insgesamt durch eine hohe Komplexität gekennzeichnet. Der Aufwand für Kommunen bei der Beantragung von Fördermitteln zum Netzausbau ist auch unter Nutzung von Beratungsleistungen der Kompetenzzentren und geförderter Berater sehr hoch, erfordert umfangreiche Fachkenntnisse und ist sehr zeitintensiv. Stand Dezember war nur bei einem kleinen Teil der Förderprojekte, die in der ersten Förderrunde im April ausgewählt worden waren, die Anbieterbeauftragung tatsächlich erfolgt.
4. Für Außenstehende erscheinen die Verfahren verhältnismäßig intransparent. Gerade angesichts der Relevanz des Themas und der Höhe der Fördersummen, die im Raum stehen, wäre eine größere Transparenz über den Fortschritt der Projekte und die konkrete Verwendung der öffentlichen Mittel, z. B. mit Blick auf die Ausbautechnologie, wünschenswert und im Sinne einer Evaluierung auch effizienzsteigernd.
5. Es bleibt im Förderprogramm offen, wie der Zugang zu geförderter Infrastruktur nach Ablauf der mindestens 7-jährigen Zugangsverpflichtung geregelt werden soll.
6. Schließlich ist zu beobachten, dass auch bei Projekten, die im Zuge des Bundesförderprogramms an alternative Anbieter vergeben wurden, strategischer Überbau durch die Deutsche Telekom stattfindet (vgl. auch Kapitel 7.4), mit schwerwiegenden Konsequenzen für die entsprechenden Ausbauprojekte.

7.4 Überbau von geförderten Breitbandausbauten

Im Gemeindefirtschaftsrecht ist ein Breitbandausbau durch die öffentliche Hand an enge und feste Vorgaben geknüpft. Sie sehen vor, dass erst dann eine öffentliche Förderung und damit auch ein kommunales Engagement in Betracht kommt, wenn sich im Rahmen der Markterkundung kein Anbieter findet, der den Ausbau ohne (kommunalen) Zuschuss, beziehungsweise anderweitige öffentliche Unterstützung, durchführen kann.

Dort, wo Kommunen aufgrund eines mangelnden Interesses an einem privatwirtschaftlichen Ausbau selbst aktiv werden, ist dennoch häufig zu beobachten, dass trotz gegenteiliger Aussagen im Markterkundungsverfahren nach Beginn des öffentlich geförderten Ausbaus ein Parallelausbau in attraktiven, dicht besiedelten Teilen des geplanten Ausbaubereichs stattfindet.

Die zu beobachtende Praxis stellt ein Risiko dar, das im schlimmsten Falle das wirtschaftliche Scheitern des Ausbaus und damit eine Entwertung der öffentlichen Fördermittel nach sich zieht. Begünstigt wird dies auch dadurch, dass bei geförderten Projekten häufig zunächst weiße Flecken und erst dann dichter besiedelte urbane Regionen erschlossen werden, damit Bürger in Randlagen mit der zunächst schlechtesten Versorgung als erste von Qualitätsverbesserungen bei der Internetversorgung profitieren können.²⁹⁰

Innerhalb der Branche wird daher seit längerem diskutiert, wie den Aussagen im Rahmen von Markterkundungsverfahren eine höhere Verbindlichkeit verliehen werden kann. Angesichts der Rechtslage stellt sich dies jedoch als kompliziert dar. Aufgrund der fehlenden Verbindlichkeit der Aussagen ist derzeit nicht auszuschließen, dass sich Marktteilnehmer später anders verhalten als zunächst angekündigt. Gleichwohl stellt sich die Frage, wie eine Sanktionierung von Plänen in der Praxis aussehen könnte, da bei entsprechenden Regelungen für Marktteilnehmer hohe Anreize bestünden, sich möglichen, verbindlichen Aussagen soweit es geht zu entziehen. Hinzu kommt, dass ein Abweichen von Plänen nicht nur taktisch geprägt sein kann, sondern z. B. Veränderungen der Unternehmensstrategie finanziellen Gründen oder technischen Überlegungen geschuldet sein können.

Auch der Code Recast beschäftigt sich mit dieser Problematik. Grundsätzlich verfolgt die Kommission den Ansatz, dass das Infrastrukturmapping durch die nationalen Regulierer verstärkt werden soll. Im Code der EU-Kommission sollen durch Artikel 22 die nationalen Regulierungsbehörden verpflichtet werden, Erhebungen zum Stand der Breitbandnetze und zu Investitionsplänen in ihren Gebieten durchzuführen, damit sie in ihren Marktanalysen geografische Besonderheiten besser berücksichtigen können. Darüber hinaus müssen sie sogenannte „Gebiete mit Netzausbaufizit“ ausweisen, in

²⁹⁰ Vgl. Wernick, C.; Henseler-Unger, I.; unter Mitarbeit von Strube Martins, S. (2016): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau, Studie im Auftrag des Bundesverband Breitbandkommunikation (BREKO), Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: [http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie - Erfolgsfaktoren FTTB-FTTH-Ausbau.pdf](http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie_-_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf).

denen kein Unternehmen und keine Behörde ein Netz mit sehr hoher Kapazität aufbaut oder aufzubauen plant und auch keine Aufrüstung oder Erweiterung des bestehenden Netzes auf eine Leistung mit Empfangsgeschwindigkeiten von mindestens 100 Mbit/s vornimmt oder plant. Sie können entsprechende Gebiete transparent machen und eine Aufforderung zur Interessenbekundung durchführen, um den Ausbau von Netzen mit sehr hoher Kapazität in diesen schwierigen Gebieten zu fördern.²⁹¹

Diese Vorausschau im Rahmen der Erhebungen spiegelt die wirtschaftlichen Aussichten im Bereich der elektronischen Kommunikationsnetze sowie die Investitionsabsichten der Betreiber zum Zeitpunkt der Datenerfassung wider, damit die verfügbare Netz-anbindung in verschiedenen Gegenden ermittelt werden kann. Diese Vorausschau enthält Informationen über die Netzausbaupläne aller Unternehmen und Behörden, insbesondere in Bezug auf Netze mit sehr hoher Kapazität und bedeutsame Modernisierungen oder Erweiterungen bestehender Breitbandnetze auf zumindest die Leistungsfähigkeit von Zugangsnetzen der nächsten Generation.

Gemäß Artikel 20 des Codes sollen die nationalen Regulierungsbehörden von den Unternehmen einschlägige Informationen über den geplanten Ausbau von VHC-Netzen einholen. Die bei der Erhebung erfassten Informationen müssen hinreichende Details zu lokalen Gegebenheiten aufweisen und ausreichende Informationen über die Dienstqualität und deren Parameter enthalten.²⁹² Die nationalen Regulierungsbehörden können gegen Unternehmen, die absichtlich irreführende, fehlerhafte oder unvollständige Auskünfte geben, gemäß Artikel 29 Sanktionen erheben.²⁹³

Allerdings stellt sich auch hier die oben genannte Problematik der Sanktionierung von geplanten Investitionen.

Die Bundesnetzagentur sieht in diesem Zusammenhang die Möglichkeit der Einführung von Schutzklauseln für einen Überbau.²⁹⁴ Ein alternativer Ansatz wäre die Vergabe von Konzessionen für den Breitbandausbau in unterversorgten Regionen, in denen ein Markterkundungsverfahren festgestellt hat, dass kein Unternehmen Interesse an einem

291 Vgl. Europäische Kommission (2016): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über den europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation (Neufassung), S. 171 f., elektronisch verfügbar unter:

http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=comnat:COM_2016_0590_FIN.

292 Vgl. Europäische Kommission (2016): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über den europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation (Neufassung), S. 167 f., elektronisch verfügbar unter:

http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=comnat:COM_2016_0590_FIN.

293 Vgl. Europäische Kommission (2016): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über den europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation (Neufassung), S. 178 f., elektronisch verfügbar unter:

http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=comnat:COM_2016_0590_FIN.

294 Vgl. Bundesnetzagentur (2016): Stellungnahme zum Grünbuch „Digitale Plattformen“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, elektronisch verfügbar unter:

<https://gruenbuch.de.digital/fileadmin/redaktion/BMWi/Stellungnahmen/BNetzA.pdf>.

betriebswirtschaftlichen Ausbau zeigt.²⁹⁵ Beiden Ansätzen ist jedoch gemein, dass einige Aspekte Konkretisierung benötigen, im Besonderen:²⁹⁶

- Die Dauer, für die entsprechende Schutzklauseln gelten sollten
- Die Frage, wie nach Ablauf möglicher Konzessionen der Wettbewerb sichergestellt werden soll²⁹⁷

295 Vgl. Wernick, C.; Henseler-Unger, I.; unter Mitarbeit von Strube Martins, S. (2016): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau, Studie im Auftrag des Bundesverband Breitbandkommunikation (BREKO), Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter:

http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie_-_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf.

296 Vgl. Bundesnetzagentur (2016): Stellungnahme zum Grünbuch „Digitale Plattformen“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, elektronisch verfügbar unter:

<https://gruenbuch.de/digital/fileadmin/redaktion/BMWi/Stellungnahmen/BNetzA.pdf>.

297 In den Fällen, in denen Konzessionen in Verbindung mit weiterer Förderung durch staatliche Mittel vergeben würden, wäre die Bereitstellung des Netzzugangs für die passiven Produkte dauerhaft, für aktive Produkte jedoch auch nur über einen Zeitraum von sieben Jahren über das Beihilfenrecht gewährleistet.

8 Fazit

Zielsetzung der vorliegenden Studie war die Beantwortung folgender Forschungsfragen:

- Wodurch zeichnen sich Gigabitnetze aus und welche Festnetz- und Mobilfunktechnologien erfüllen die Voraussetzungen, um hierzu einen Beitrag zu leisten?
- Welche Anreizsysteme bestehen für die verschiedenen Arten von Marktteilnehmern, eigeninitiativ in Gigabitnetze zu investieren, und welche Abdeckungsszenarien sind vor diesem Hintergrund zu erwarten?
- Welche Maßnahmen kann die öffentliche Hand ergreifen, um die Verbreitung von Gigabitnetzen zu fördern, einerseits durch Anpassungen bei der sektorspezifischen Regulierung, und andererseits durch öffentliche Förderung?

Als wesentliche Kriterien für Gigabitnetze wurden neben Datenübertragungsraten von mindestens 1 Gbit/s die Symmetriefähigkeit bei hohen Bandbreiten sowie geringe Latenzzeiten definiert. Weitere zentrale Kriterien sind, ob hohe Übertragungsraten auch bei hoher Netzauslastung sowie wachsender Entfernung vom Backbone/Backhaul realisiert werden können. Es wurde deutlich, dass glasfaserbasierte FTTH-Netze auf Basis von P2P-Technologie die genannten Kriterien am besten erfüllen. Auch FTTB/H-Netze auf Basis von GPON sowie HFC-Netze auf Basis von DOCSIS 3.1 stellen aus unserer Sicht Gigabitnetze dar.

Während weiterentwickelte xDSL- und LTE-Netze aus unserer Sicht nicht die Kriterien von Gigabitnetzen erfüllen, erscheint dies für 5G-Netze grundsätzlich möglich. Allerdings ist angesichts der noch nicht final erfolgten Spezifikation der zugrunde liegenden Standards für 5G eine endgültige Einschätzung des möglichen Beitrags zur Gigabit-Gesellschaft von 5G verfrüht.

Wie wir gezeigt haben, gibt es eine Reihe von Anreizen für die verschiedenen Marktteilnehmer, in Gigabitnetze zu investieren. Neben den Möglichkeiten zur Erhöhung des ARPU (insbesondere auch im Geschäftskundensegment), der Gewinnung von Neukunden, der Bindung von Bestandskunden sowie der Absicherung strategischer Wettbewerbsvorteile spielen auch anbieterspezifische Anreize wichtige Rollen, insbesondere Reaktionen auf das Wettbewerbsumfeld, die Aufrechterhaltung von Alleinstellungsmerkmalen, Synergien beim Aufbau von Mobilfunkinfrastruktur oder das Engagement im geförderten Ausbau als neues Geschäftsfeld.

Angesichts der im Markt beobachtbaren Strategien ist zu erwarten, dass im städtischen Bereich ein marktgetriebener Ausbau von Gigabitnetzen stattfinden wird. Im halbstädtischen und ländlichen Bereich wird dies punktuell ebenfalls der Fall sein, allerdings nicht flächendeckend. Auch bei der Erschließung von Gewerbestandorten mit Gigabitnetzen ist eine hohe Marktdynamik zu erwarten, allerdings ebenfalls nicht in der Fläche, sondern hauptsächlich dort, wo potenziell interessante Nachfrager anzutreffen sind.

Vor diesem Hintergrund wird es zur Erfüllung des im Rahmen der Digitalen Strategie 2025 ausgerufenen Ziels einer flächendeckenden Gigabitnetzinfrastruktur in Deutschland einer aktiven Politik der öffentlichen Hand bedürfen.

Damit kommt der Regulierung und öffentlichen Förderung auch in Zukunft eine relevante Bedeutung zu.

Die Zielsetzung, Netzinvestitionen innerhalb des Regulierungsregimes stärker als bisher zu incentivieren, darf nicht zulasten des Wettbewerbs gehen. Der bestehende Rechtsrahmen bietet in diesem Zusammenhang die erforderliche Flexibilität, die den nationalen Regulierern bei der Auswahl der Remedies auch in Zukunft zur Verfügung stehen sollte.

Die Vorschläge der Kommission im Rahmen des Code Recast sind grundsätzlich zu begrüßen, allerdings besteht mit Blick auf die Besonderheiten des deutschen Marktes Anpassungsbedarf. Insbesondere die seitens der Kommission vorgesehenen Automatismen, die unter bestimmten Voraussetzungen die Freistellung marktbeherrschender Unternehmen von Regulierungseingriffen vorsehen und damit die Flexibilität der Regulierer stark einschränken, sind vor diesem Hintergrund kritisch zu beurteilen.

Angesichts der Marktstruktur in Deutschland und der relevanten Rolle regionaler Anbieter für den Ausbau neuer Netzinfrastrukturen könnte ein zu starker Fokus auf symmetrischen Regulierungsmaßnahmen für den weiteren Aufbau von Gigabitnetzen kontraproduktiv wirken.

Co-Investment-Modelle erscheinen grundsätzlich geeignet, um den Ausbau von VHC-Netzen in Deutschland zu befördern. Ein Automatismus, welcher nach dem Angebot von Co-Investment durch marktbeherrschende Anbieter eine Befreiung von SMP-Auflagen zur Folge hat, erscheint jedoch als zu weitreichend.

Wholesale-only-Netze könnten in unterversorgten Gebieten einen sinnvollen Beitrag zur Breitbandversorgung in Deutschland leisten. Hierfür ist jedoch ein funktionierender Markt für Open Access eine wesentliche Voraussetzung.

Schließlich erscheint der Einsatz des Nachbildbarkeitsansatzes im Rahmen der Zugangs- und Entgeltregulierung als eine Möglichkeit, um regionale und zeitliche Dynamik in der Entgeltregulierung zu berücksichtigen und gleichzeitig marktbeherrschenden Anbietern bei der Vermarktung neuer Netzinfrastrukturen größere Flexibilität einzuräumen.

Der öffentlichen Förderung wird mit Blick auf die Errichtung von Gigabitnetzen ebenfalls eine wichtige Rolle zukommen. Die für den Breitbandausbau aus Bundesmitteln zur Verfügung gestellte Summe von insgesamt 4 Mrd. € unterstreicht die Wichtigkeit, die die Bundesregierung dem Thema Breitbandausbau beimisst. Wichtig ist, dass diese Mittel zielgerichtet und effizient in zukunftsfähige Infrastrukturen investiert werden.

Öffentliche Förderung darf nur dort erfolgen, wo ein privatwirtschaftlicher Ausbau nicht realisiert werden kann. Zugleich darf sie nicht zu einer Verzerrung der Wettbewerbsverhältnisse führen. Das Vorhandensein von Fördergeldern sollte schließlich nicht dazu führen, dass privatwirtschaftliches Engagement ausgebremst wird.

Angesichts der Knappheit der Mittel ist ein effizienter nachhaltiger Einsatz geboten. Auf Basis der Erfahrungen aus den ersten beiden Förderrunden erscheint ein größeres Maß an Transparenz wünschenswert, um identifizieren zu können, ob das Programm diesen Anforderungen gerecht wird.

Öffentliche Förderung sollte jedoch nicht nur an der Angebotsseite ansetzen, sondern auch weiterhin nachfrageorientierte Maßnahmen umfassen, da diese dazu beitragen können, den im internationalen Vergleich geringen Digitalisierungsgrad der deutschen Bevölkerung und Wirtschaft zu erhöhen. Schließlich sollte die Verbindlichkeit von Aussagen im Markterkundungsverfahren erhöht werden, damit der strategische Überbau geförderter Ausbauprojekte verhindert wird, welcher die Entwertung öffentlicher Subventionen zur Folge hat.

Mit Blick auf die Zielsetzung, in Deutschland eine flächendeckende Gigabitnetzinfrastruktur bis zum Jahr 2025 aufzubauen, empfiehlt sich die Fortführung des bestehenden Regulierungsrahmens, der jedoch in einigen Punkten verfeinert werden sollte. Angesichts der Relevanz des Themas und der Größe der Aufgabe ist es erforderlich, jetzt aktiv zu werden und die erforderlichen Weichenstellungen vorzunehmen. Die kurzfristige Definition eines politischen Gigabitziels für das Jahr 2025 könnte hierfür einen geeigneten Startpunkt darstellen.

Literaturverzeichnis

- 1&1 (2016): 1&1 kooperiert mit wilhelm.tel, elektronisch verfügbar unter: <http://newsroom.1und1.de/2016/08/16/11-kooperiert-mit-wilhelm-tel/>
- 3GPP (2015): Evolution of LTE in Release 13, elektronisch verfügbar unter: <http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1628-rel13>
- AMA (2016): ITK Marktmonitor, Anbieter Festnetz/Mobil, Gesamt/Größenklassen/Branchen
- Amtsblatt der Europäischen Union vom 26.10.2012, C 326/47, elektronisch verfügbar unter: http://www.europarl.europa.eu/brussels/website/media/Basis/Vertragsartikel/Pdf/Art_107_AEUUV.pdf
- ANACOM (2009): CADERNO DE ENCARGOS, Concurso público para a para a instalação, gestão, exploração e manutenção de redes de comunicações electrónicas de alta velocidade na Zona Centro, elektronisch verfügbar unter: <http://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=331731#.WliDabm2H-E>.
- ANACOM (2009): Concursos públicos sobre redes de nova geração, elektronisch verfügbar unter: <https://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=332461#.WJG0tzi2H-E>.
- ANACOM (2016): O Sector das Comunicações, elektronisch verfügbar unter: <http://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1383299#.WliH67m2H-E>
- ANGA (2016): Das Breitbandkabel auf dem Sprung zur Gigabit-Infrastruktur, elektronisch verfügbar unter: http://anga.de/media/file/965.BR-DOCSIS_3.1-final_online.pdf
- ANGA (2016): Das deutsche Breitbandkabel 2016, elektronisch verfügbar unter: http://www.anga.de/media/file/937.Anga_Factsheets-BB-online-02.pdf
- Arbeitsgruppe 2 des nationalen IT-Gipfels (2011): Digitale Infrastrukturen – Jahrbuch 2011/2012, elektronisch verfügbar unter: <http://deutschland-intelligent-vernetzt.org/app/uploads/sites/4/2015/12/digitale-infrastrukturen-jahrbuch-ag-2.pdf>
- BCG/Liberty Global (2016): The Value of Content, elektronisch verfügbar unter: <https://www.libertyglobal.com/pdf/public-policy/The-Value-of-Content-Digital.pdf>
- BEREC (2014): BEREC Guidance on the regulatory accounting approach to the economic replicability test (i.e. ex-ante/sector specific margin squeeze tests), BoR 14 (190), elektronisch verfügbar unter: http://www.berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/regulatory_best_practices/guidelines/4782-berec-guidance-on-the-regulatory-accounting-approach-to-the-economic-replicability-test-ie-ex-antesector-specific-margin-squeeze-tests
- BEREC (2016): Draft BEREC high-level Opinion on the European Commission's proposals for a review of the electronic communications Framework, BoR (16), 213, elektronisch verfügbar unter: http://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/download/0/6615-berec-high-level-opinion-on-the-european_0.pdf.
- BEREC (2016): Challenges and drivers of NGA rollout and infrastructure competition, BoR (16), 171, elektronisch verfügbar unter: http://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/6488-berec-report-challenges-and-drivers-of-nga-rollout-and-infrastructure-competition
- Bitkom/DBV (2016): Rasante Digitalisierung im Stall und auf dem Acker, Pressemitteilung, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Rasante-Digitalisierung-im-Stall-und-auf-dem-Acker.html>
- BIU (2015): Positionspapier Agenda 2020: für eine starke Computer- und Videospielebranche in Deutschland, elektronisch verfügbar unter: https://www.biu-online.de/wp-content/uploads/2015/06/20150608_BIU_Positionspapier_F%C3%B6rderung_Standort_Deutschland.pdf
- BIU (2016): eSports, elektronisch verfügbar unter: https://www.biu-online.de/wp-content/uploads/2016/04/20160408_BIU-eSports.pdf
- BIU (2016): Jahresreport der Computer- und Videospielebranche in Deutschland 2016, elektronisch verfügbar unter: https://www.biu-online.de/wp-content/uploads/2016/07/BIU_Jahresreport_2016.pdf
- BMVI (2015): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2015) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, elektronisch verfügbar unter: http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-mitte-2015-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile
- BMVI (2015): Rahmenregelung der Bundesrepublik Deutschland zur Unterstützung des Aufbaus einer flächendeckenden Next Generation Access (NGA)-Breitbandversorgung (NGA-Rahmenregelung),

15. Juni 2015, elektronisch verfügbar unter:
http://www.breitbandbuero.de/fileadmin/user_upload/PDF/150615_NGA_Rahmenregelung.pdf?PH_PSESSID=ef12a815c255862f41626cf0b248d036
- BMVI (2015): Bundesverkehrsminister überreicht Förderzusagen an 31 Kommunen, 14.12.2015, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2015/151-dobrindt-breitband-foerderbescheide.html?nn=169498>
- BMVI (2016): Minister Dobrindt: Startschuss für Gigabit-Deutschland - Bundesminister erteilt erste Förderbescheide für Netzausbauprojekte, 28.04.2016, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2016/054-dobrindt-startschuss-gigabit-deutschland.html?nn=169498>
- BMVI (2016): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2016) – Erhebung des TÜV Rheinland im Auftrag des BMVI, elektronisch verfügbar unter: <http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/breitbandatlas-mitte-2016-ergebnisse.pdf?blob=publicationFile>
- BMVI (2016): Netzallianz digitales Deutschland, Juni 2016, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/kursbuch-netzausbau-2016.pdf?blob=publicationFile>
- BMVI (2016): Netzallianz bringt unterversorgte Gewerbegebiete ans schnelle Internet Dobrindt: 350 Millionen für Glasfaser für den Mittelstand, Pressemitteilung vom 15.06.2016, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2016/095-dobrindt-netzallianz.html>
- BMVI (2016): Richtlinie "Förderung zur Unterstützung des Breitbandausbaus in der Bundesrepublik Deutschland", Bekanntmachung des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur vom 22. Oktober 2015 – erste überarbeitete Version vom 20.06.2016, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/foerderrichtlinie-breitbandausbau.pdf?blob=publicationFile>
- BMVI (2016): Minister Dobrindt steigert Investitionen in Breitbandausbau, 06.07.2016, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2016/111-dobrindt-uebergabe-foerderbescheide-breitband.html?nn=169498>
- BMVI (2016): BMVI fördert Netzausbau mit 904 Millionen Euro – Dobrindt: Nächster Schritt zu Gigabit-Deutschland, 06.09.2016, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2016/141-dobrindt-gigabit-deutschland.html?nn=169498>
- BMVI (2016): Dobrindt überreicht Förderbescheide für schnelles Internet, 17.10.2016, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2016/165-dobrindt-foerderbescheide.html?nn=169498>
- BMVI (2016): 5G - Initiative für Deutschland. Eine Initiative des BMVI zur Entwicklung einer Strategie zur Einführung der nächsten Mobilfunkgeneration 5G in Deutschland, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bmvi-initiative-5-schritte-zu-5g.pdf?blob=publicationFile>
- BMWi (2013): Monitoring-Report Digitale Wirtschaft 2013 – Digitalisierung und neue Arbeitswelt, Dezember 2013, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/monitoring-report-digitale-wirtschaft-2013-kurzfassung.property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>
- BMWi (2014): Eckpunkte für eine Strategie "Intelligente Vernetzung" – Mehr Leistung, höhere Qualität – Öffentliche Basissysteme optimieren, März 2014, Berlin
- BMWi (2016): Grünbuch Digitale Plattformen, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/G/gruenbuch-digitale-plattformen.property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>
- BMWi (2016): Initiative Intelligente Vernetzung, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Digitale-Welt/Initiative-Intelligente-Vernetzung/initiative.did=713670.html>
- BMWi (2016): Digitale Strategie 2025, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/digitale-strategie-2025.property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>
- Bonk, C.; Lee, M.; Reeves, T.; Reynolds, T. (2015): MOOCs and Open Education Around the World

- Bourreau, M.; Cambini, C.; Doğan, P. (2012): Access pricing, competition and incentives to migrate from “old” to “new” technology, *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 30 (6), pp. 713-723
- Bourreau, M.; Cambini, C.; Doğan, P. (2013): Access regulation and the transition from copper to fiber networks in telecoms, *Journal of regulatory Economics*, Vol. 45 (3), pp. 233-258
- Breitbandbüro des Bundes (2016): Staatliche Beihilfen im Zusammenhang mit dem Breitbandausbau, Berlin, 2016, elektronisch verfügbar unter:
https://www.breitbandbuero.de/fileadmin/user_upload/PDF/161110_Infobroschu_reBeihilfe_WEB.pdf
- BREKO (2016): BREKO Breitbandstudie 2016, elektronisch verfügbar unter:
<http://brekoverband.de/themen/breko-research/breko-breitbandstudie#>
- BREKO (2016) Glasfasernetze: Grundlage für Wachstum und Wohlstand in Deutschland, in: BREKO: Breitband Kompass 2016/2017, elektronisch verfügbar unter:
http://www.brekoverband.de/fileadmin/user_upload/Breitbandkompass/BREKO_Breitband_Kompass_2016_2017.pdf
- BREKO (2016): Gemeinsame Pressemitteilung: Katalysator für die Gigabitgesellschaft: Netzbetreiber und institutionelle Investoren kooperieren beim Glasfaserausbau, elektronisch verfügbar unter:
<http://brekoverband.de/gemeinsame-pressemittteilung-katalysator-fuer-die-gigabitgesellschaft-netzbetreiber-und-institutionelle-investoren-kooperieren-beim-glasfaserausbau>
- BREKO (2016): Pressemitteilung vom 08.07.2016: Bundesrat muss entscheidende Nachbesserungen am neuen Gesetz anmahnen – Verband sieht aber auch positive Aspekte, um Weg zur Gigabit-Gesellschaft zu ebnet, elektronisch verfügbar unter: <http://brekoverband.de/diginetz-gesetz-volkswirtschaftlich-unsinniger-ueberbau-hochmoderner-glasfasernetze-muss-verhindert-werden>
- BREKO, BUGLAS, VATM (2016): Gemeinsame Pressemitteilung „Wettbewerber setzen auf gigabitfähige Anschlüsse“, elektronisch verfügbar unter: http://www.vatm.de/pm-detail.html?&tx_ttnews%5Btt_news%5D=2359&cHash=c27b1a0b3b1921c0fa0f034ff289f1ff
- Briglauer, W.; Cambini, C. (2016): Promoting Consumer Migration to New Communications Technology: Does Regulation Affect the Digital Gap? Working Paper, Mannheim, Oktober 2016
- Brown, G. (2016): Exploring 5G New Radio: Use Cases, Capabilities & Timeline, elektronisch verfügbar unter: <https://www.qualcomm.com/documents/heavy-reading-white-paper-exploring-5g-new-radio-use-cases-capabilities-timeline>
- Büllingen, F.; Hillebrand, A.; Wörter, M. (2002): Elektromagnetische Verträglichkeit zur Umwelt (EMVU) in der öffentlichen Diskussion – Situationsanalyse, Erarbeitung und Bewertung von Strategien unter Berücksichtigung der UMTS-Technologien im Dialog mit dem Bürger, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Bad Honnef, Mai 2002, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik-emf.org/fileadmin/Sonstige-Dokumente/WIK-Studien/2002_WIK-EMVU-oeffentliche-Diskussion.pdf
- Bundesnetzagentur (2013): Beschluss in dem Verwaltungsverfahren wegen der Änderung der Regulierungsverfügung für den Zugang zur Teilnehmeranschlussleitung, Beschluss BK 3d-12/131 vom 29. August 2013, Bonn
- Bundesnetzagentur (2013): Bundesnetzagentur gibt endgültige Vectoring-Entscheidung bekannt, Homann: "Unternehmen sollen Breitbandausbau zügig vorantreiben", Pressemitteilung vom 29.08.2013, elektronisch verfügbar unter:
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2013/130829_VectoringEntscheidg.html
- Bundesnetzagentur (2016): Jahresbericht 2015, Wettbewerb fördern. Netze ausbauen. Verbraucherinnen und Verbraucher schützen. Elektronisch verfügbar unter:
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2016/Jahresbericht2015.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Bundesnetzagentur (2016): Regulierungsverfügung bezüglich des Zugangs zur Teilnehmeranschlussleitung betreffend die Telekom Deutschland GmbH, Beschluss der BK3, 01. September 2016, elektronisch verfügbar unter: http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK3-GZ/2015/2015_0001bis0999/BK3-15-0004/BK3-15-0004_Regulierungsverfuegung_download.pdf?__blob=publicationFile&v=4
- Bundesnetzagentur (2016): EMF: Bundesland Übersicht, elektronisch verfügbar unter:
http://emf3.bundesnetzagentur.de/pdf/statistiken/12_Bundesland_%C3%9Cbersicht_Internet_2016_0601.pdf

- Bundesnetzagentur (2016): Stellungnahme zum Grünbuch „Digitale Plattformen“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, elektronisch verfügbar unter:
<https://gruenbuch.de/digital/fileadmin/redaktion/BMWi/Stellungnahmen/BNetzA.pdf>
- Bundesregierung (2015): Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren, September 2015, Berlin
- Bundesregierung (2016): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Tabea Rößner, Sven-Christian Kindler, Dr. Konstantin von Notz, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 18/9751 – Breitbandausbau und Breitbandförderung in Deutschland, 27.10.2016, 2016
- Buth, C.; Aschenbrenner, K.; Obermann, K. (2016): Auf dem Prüfstand – G.fast-Performance bei Verwendung von in Deutschland üblichen Innen- und Außenkabeln, erschienen in Net 6/16
- Castaldo, A.; Fiorini, A.; Maggi, B. (2015): Fixed broadband connections and economic growth: a dynamic oecd panel analysis, Public Finance Research Papers, Instituto di Economia e Finanza
- Cave, M. (2006): Encouraging infrastructure competition via the ladder of investment, Telecommunications Policy, Vol. 30 (3-4), pp. 223-237
- Cisco (2016): The Zettabyte Era: Trends and Analysis, White Paper, Juli 2016, elektronisch verfügbar unter:
<http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/vni-hyperconnectivity-wp.pdf>
- Cisco (2016): Projecting global IP traffic growth, elektronisch verfügbar unter:
<http://www.ciscovni.com/forecast-widget/index.html>
- Deloitte; Bitkom (2015): Zukunft der Consumer Electronics – 2015 Marktentwicklung, Schlüsseltrends, Mediennutzung Konsumentenverhalten, Neue Technologien, elektronisch verfügbar unter:
https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/technology-media-telecommunications/CE_Studie_2015.pdf
- Deutsche Glasfaser (2015): Erfolgsfaktoren im Projektablauf, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.deutsche-glasfaser.de/unternehmen/erfolge/erfolgsfaktoren-im-projektablauf/>
- Deutsche Glasfaser (2016): Glasfaser Netzausbau – FTTH-Projekte in Deutschland, elektronisch verfügbar unter: <https://www.deutsche-glasfaser.de/netzausbau/>
- Deutsche Telekom (2015): Kapitalmarkttag 2015, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.telekom.com/resource/blob/387594/a13cf97549e316e4d95bf50129942f64/dl-9-presentation-aio-data.pdf>
- Deutsche Telekom (2016) Konzern Zwischenbericht, 1. Januar – 30. Juni 2016, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.telekom.com/resource/blob/416418/ad1c29ad906ab86218b71cae604f0171/dl-2016-q2-allinone-data.pdf>
- Deutsche Telekom (2016): Konzern Zwischenbericht, 1. Januar – 30. September 2016, elektronisch verfügbar unter: <https://www.telekom.com/resource/blob/439762/e8ed1d0d5c7828b49d2b564f901e6380/dl-2016-q3-allinone-data.pdf>
- Deutsche Telekom (2016): Mehr Breitband für mich: Telekom bietet FTTH-Anschlüsse nach Maß für Privatkunden, elektronisch verfügbar unter: <https://www.telekom.com/de/blog/netz/artikel/mehr-breitband-fuer-mich--telekom-bietet-ftth-anschluesse-nach-mass-fuer-privatkunden-65574>
- Deutsche Telekom (2016): Heftige Debatte im „Ländle“: Die Rückverstaatlichung droht, elektronisch verfügbar unter: <https://www.telekom.com/de/blog/netz/artikel/im-laendle-droht-die-rueckverstaatlichung-443972>
- Deutscher Bauernverband (2016): Landwirtschaft 4.0 – Chancen und Handlungsbedarf, Positionspapier des Deutschen Bauernverbandes von September 2016, elektronisch verfügbar unter:
www.bauernverband.de/mediaarchiv/grab_pic_chris.php?id=661106
- Deutscher Bauernverband (2016): Situationsbericht 2015/16 – Digitalisierung in der Landwirtschaft, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bauernverband.de/36-digitalisierung-in-der-landwirtschaft>
- Deutscher Bundestag (2016): Drucksache 18/10156, elektronisch verfügbar unter:
<http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/101/1810156.pdf>
- Die Medienanstalten (2016): Digitalisierungsbericht 2016, elektronisch verfügbar unter: http://www.die-medienanstalten.de/fileadmin/Download/Publikationen/Digitalisierungsbericht/2016/Digitalisierungsbericht_2016_deutsch.pdf

- Die Welt (2014): 5G bringt 50 Gigabit pro Sekunde aufs Handy, elektronisch verfügbar unter: <https://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article125116397/5G-bringt-50-Gigabit-pro-Sekunde-aufs-Handy.html>
- Dornseifer, F. (2016): Infrastrukturinvestments auf dem Vormarsch: neue Regulatorik und Asset Trends, Uhlenbruch Roundtable, Hamburg, 23. November 2016
- Europäische Kommission (2016): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über den europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation (Neufassung), elektronisch verfügbar unter: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=comnat:COM_2016_0590_FIN
- Europäische Kommission (2016): Anhänge 1-11 des Vorschlags für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über den Europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation, elektronisch verfügbar unter: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=comnat:COM_2016_0590_FIN
- European Commission (2011): State aid SA.30317 – Portugal, High-speed broadband in Portugal, Brussels, 19.01.2011, C(2011)312 final, elektronisch verfügbar unter: http://ec.europa.eu/competition/state_aid/cases/236635/236635_1199063_71_2.pdf.
- European Commission (2015): Investigation into access and interoperability standards for the promotion of the internal market for electronic communications, Studie von WIK und TNO, Brüssel, Dezember 2015, elektronisch verfügbar unter: <https://bookshop.europa.eu/en/investigation-into-access-and-interoperability-standards-for-the-promotion-of-the-internal-market-for-electronic-communications-pbKK0415763/pgid=GSPefJMEtXBSR0dT6jbGakZD0000oeoIMMIR:sid=QL6Eu5AQCYuEm8g0DFIaHPI1Dd2ayZfDRm0=?CatalogCategoryID=CXoKABst5TsAAAEjepEY4e5L>
- European Commission (2016): Broadband access in the EU, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/broadband-access-eu-data-july-2016>
- European Commission (2016): Broadband Coverage in Europe 2015. Mapping progress towards the coverage objectives of the Digital Agenda. A study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content and Technology by: HIS and VVA Consulting, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/broadband-coverage-europe-2015>.
- European Commission (2016): Connectivity for a Competitive Digital Single Market - Towards a European Gigabit Society, Brussels, 14.9.2016, COM(2016) 587 final, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/DE/1-2016-589-DE-F1-1.PDF>
- European Commission (2016): Digital Progress report: Connectivity – Broadband market developments in the EU, elektronisch verfügbar unter: http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?action=display&doc_id=15807
- European Commission (2016): Support for the preparation of the impact assessment accompanying the review of the regulatory framework for e-communications, Final Report, A study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content & Technology by WIK-Consult, Ecorys, VVA Consulting, SMART 2015/0005, elektronisch verfügbar unter: <http://www.wik.org/index.php?id=839>
- European Commission (2016): Regulatory, in particular access, regimes for network investment models in Europe, A study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content & Technology by WIK-Consult, Deloitte, IDATE, elektronisch verfügbar unter: http://bookshop.europa.eu/en/regulatory-in-particular-access-regimes-for-network-investment-models-in-europe-pbKK0216677/downloads/KK-02-16-677-EN-N/KK0216677ENN_002.pdf?FileName=KK0216677ENN_002.pdf&SKU=KK0216677ENN_PDF&CatalogueNumber=KK-02-16-677-EN-N
- European Commission (2016): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 5G for Europe: An Action Plan, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/5g-europe-action-plan>
- European Commission (2016), Connectivity Broadband market developments in the EU, Europe's Digital Progress Report 2016, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/download-scoreboard-reports>
- European Commission (2016): Broadband coverage in Europe 2015, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/broadband-coverage-europe-2015>
- EWE (2016): Milliarden-Zukunftsprojekt: EWE bringt Glasfaser in die Häuser, elektronisch verfügbar unter: <https://www.ewe.com/de/presse/pressemitteilungen/2016/12/milliarden-zukunftsprojektewe-bringt-glasfaser-in-die-huser-ewe-ag>

- Falk, M.; Biagi, F. (2015): Empirical studies on the impact of ICT usage on employment in Europe, Institute for Prospective Technological Studies Digital Economy Working Paper 2015/14
- FAZ (2009): „Regulierungsferien“ verstoßen gegen EU-Recht, elektronisch verfügbar unter: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/vdsl-netz-der-telekom-regulierungsferien-verstossen-gegen-eu-recht-1572690.html>
- Fraunhofer Fokus (2016): Statement Prof. Dr. Manfred Hauswirth zur Fraunhofer Fokus Studie „Netzwerkinfrastrukturen für die Gigabit-Gesellschaft“, elektronisch verfügbar unter: https://cdn1.scrvt.com/fokus/f59fbd179f853f9/10c24804e63a/Statement_PK_Hauswirth.pdf
- Fraunhofer IAO (2015): Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen – Industriepolitische Schlussfolgerungen – Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, November 2015, Berlin, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/H/hochautomatisiertes-fahren-auf-autobahnen.property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>
- FTTH Council (2012): FTTH Case study – NetCologne, elektronisch verfügbar unter: http://www.ftthcouncil.eu/documents/CaseStudies/NETCOLOGNE_ENGLISH.pdf
- FTTH Council (2013): New FTTH-based Technologies and Applications, White Paper by the Deployment and Operations Committee, elektronisch verfügbar unter: http://www.ftthcouncil.eu/documents/Publications/DandO_White_Paper_2014.pdf
- Godlovitch, I.; Henseler-Unger, I.; Stumpf, U. (2015): Competition & investment: An analysis of the drivers of superfast broadband, Studie für Ofcom, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2015/Competition_and_investment_superfast_broadband.pdf
- Golem (2015): Vorbereitungen auf den 10-GBit-Standard laufen auf Hochtouren, elektronisch verfügbar unter: <http://www.golem.de/news/kabel-deutschland-vorbereitungen-auf-1-gbit-standard-laufen-auf-hochtouren-1509-116246.html>
- Golem (2016): 1&1 Versatel baut ihr Glasfasernetz aus, elektronisch verfügbar unter: <http://www.golem.de/news/glasfaser-business-1-1-versatel-baut-ihr-glasfasernetz-aus-1611-124515.html>
- Greenstein, S.; McDevitt, R. (2009): The Broadband Bonus: Accounting for Broadband Internet's Impact on U.S. GDP, NBER Working Paper 14758, Februar 2009
- Gries, C.; Plückerbaum, T.; Strube Martins, S. (2016): Treiber für den Ausbau hochbitratiger Infrastrukturen, Studie im Auftrag von 1&1 Telecommunication SE, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/VATM_Hochbitratige_Infrastrukturen.pdf
- GSMA (2014): Understanding 5G: Perspectives on future technological advancements in mobile, elektronisch verfügbar unter: <https://www.gsmaintelligence.com/research/?file=141208-5g.pdf&download>
- Hamzeh, B. (2016): Full Duplex DOCSIS® 3.1 Technology: Raising the Ante with Symmetric Gigabit Service, elektronisch verfügbar unter: <http://www.cablelabs.com/full-duplex-docsis-3-1-technology-raising-the-ante-with-symmetric-gigabit-service/>
- Handelsblatt (2015): Deutsche Glasfaser – Internetbeschleuniger aus Holland, elektronisch verfügbar unter: <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/it-medien/deutsche-glasfaser-kostensenkung-dank-mini-trenching/12197786-2.html>
- Heger, D.; Rinawi, M.; Veith, T.: The Effect of Broadband Infrastructure on Entrepreneurial Activities: The Case of Germany, ZEW Discussion Paper No. 11-081, elektronisch verfügbar unter: <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp11081.pdf>
- Held, C.; Kulenkampff, G.; Plückerbaum, T.; Henseler-Unger, I. (2015): Preissetzung für die Mitnutzung von Infrastrukturen, Umsetzung der Kostensenkungsrichtlinie, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/Umsetzung_KostensenkungsRL_BMVI.pdf
- Hoernig, J.; Neumann, K.-H.; Peitz, M.; Plückerbaum, T.; Vogelsang, I. (2010): Architectures and competitive models in fibre networks, Studie im Auftrag von Vodafone, Dezember 2010, elektronisch verfügbar unter: https://www.vodafone.com/content/dam/vodafone/about/public_policy/position_papers/vodafone_report_final_wkconsult.pdf
- HSBC (2017): FT5G, elektronisch verfügbar unter: <https://www.research.hsbc.com/R/29/njrQVkJUGO2e>
- Huawei (2016) G.fast: Moving Copper Access into the Gigabit Era, elektronisch verfügbar unter: http://www.huawei.com/ilink/en/solutions/broader-smarter/morematerial-b/HW_278065

- Huawei (2016): Sprinting the last mile with WTTx, elektronisch verfügbar unter: <http://www.huawei.com/en/publications/communicate/80/sprinting-the-last-mile-with-wttx>
- Ilic, D.; Jay, S.; Plückerbaum, T.; Stamm, P. (2013): Migrationsoptionen für Breitbandkabelnetze und ihr Investitionsbedarf, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 380, Bad Honnef
- Initiative D21 (2016): 2016 D21-DIGITAL-INDEX Jährliches Lagebild zur Digitalen Gesellschaft, Untersuchung im Auftrag des BMWi, Berlin, 2016, elektronisch verfügbar unter: <http://www.initiated21.de/wp-content/uploads/2016/11/Studie-D21-Digital-Index-2016.pdf>
- IW Consult (2016): Der Weg in die Gigabit Gesellschaft, Studie im Auftrag des Vodafone Instituts für Gesellschaft und Kommunikation, Köln, elektronisch verfügbar unter: http://www.vodafone-institut.de/wp-content/uploads/2016/06/Vodafone-Gigabit-Gesellschaft_Aktualisierung-170616.pdf
- Jackson, M. (2016): BT Openreach reveals G.fast Broadband Cabinet Extension Pod, in: <http://www.ispreview.co.uk/index.php/2016/06/bt-openreach-reveals-g-fast-broadband-cabinet-extension-pod.html>
- Jay, S.; Neumann, K.-H.; Plückerbaum, T. (2011): Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 359, Bad Honnef
- Kafka, G. (2016): SuperVector + Vplus =VDSL 35b, erschienen in Net 1-2/16
- Kathrein (2015): Kathrein revolutioniert mit neuartiger Bodenantenne Mobilfunk in Städten, elektronisch verfügbar unter: <https://www.kathrein.com/de/newsroom/nachrichten/pressemitteilung/news/kathrein-revolutioniert-mit-neuartiger-bodenantenne-mobilfunk-in-staedten/>
- Katz, R. L. (2012): Impact of broadband on the economy: Research to Date and Policy Issues, Broadband Series ITU, Telecommunications Development Sector
- Katz, R. L.; Vaterlaus, S.; Zenhäusern, P.; Suter, S. (2010): The Impact of Broadband on Jobs and the German Economy, in: Intereconomics, 45 (1), 26-34
- Köhler, P.; Karabasz, I.; Landgraf, R. (2016): Warburg Pincus steigt bei inexo ein - René Obermann meldet erstmals Vollzug, in Handelsblatt vom 06.06.2016, elektronisch verfügbar unter: <http://www.handelsblatt.com/my/finanzen/anlagestrategie/fonds-etf/warburg-pincus-steigt-bei-inexo-ein-rene-obermann-meldet-erstmal-vollzug/13696180.html>
- Kölner Stadtanzeiger (2016): Kabelnetzbetreiber wächst deutlich Unitymedia plant Netzausbau im großen Stil, elektronisch verfügbar unter: <http://www.ksta.de/wirtschaft/kabelnetzbetreiber-waechst-deutlich-unitymedia-plant-netzausbau-im-grossen-stil-22769936>
- Kuhn, P. J. (2014): The internet as a labor market matchmaker How effective are online methods of worker recruitment and job search? In: IZA World of Labour, Mai 2014, elektronisch verfügbar unter: <http://wol.iza.org/articles/internet-as-a-labor-market-matchmaker.pdf>
- Landesregierung Mecklenburg-Vorpommern (2016): Gesetzentwurf der Landesregierung, Entwurf eines Haushaltsbegleitgesetzes zum Nachtragshaushaltsgesetz 2016 und 2017, Drucksache 6/5505, 17.06.2016, elektronisch verfügbar unter: https://www.landtag-mv.de/fileadmin/media/Dokumente/Parlamentsdokumente/Drucksachen/6_Wahlperiode/D06-5000/Drs06-5505.pdf. Am 14. Juli erfolgte die Verabschiedung des Gesetzes
- Liberty Global (2016): Annual Report 2015, elektronisch verfügbar unter: <http://www.libertyglobal.com/annual-report-2015/download/Liberty-Global-US-Annual-Report-2015.pdf>
- Liberty Global (2016): Second Quarter 2016 Fixed Income Release, Pressemitteilung vom 4. August 2016, elektronisch verfügbar unter: <http://www.libertyglobal.com/pdf/fixed-income/unity-media-Fixed-Income-Q2-2016-Report-FINAL.pdf>
- Liberty Global (2016): Third Quarter 2016 Fixed Income Release, elektronisch verfügbar unter: <http://www.libertyglobal.com/pdf/fixed-income/Unity-Media-Fixed-Income-Q3-2016-FINAL.pdf>
- Mölleryd, B. G. (2015): Development of High-speed Networks and the Role of Municipal Networks, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 26
- Monopolkommission (2009): Sondergutachten 56, Telekommunikation 2009: Klaren Wettbewerbskurs halten, elektronisch verfügbar unter: http://www.monopolkommission.de/images/PDF/SG/s56_volltext.pdf
- Muchalla, C. (2016): Im Geschwindigkeitsrausch – So zukunftsfähig sind die heutigen Breitbandkabelnetze, erschienen in Net 1-2/16

- Nationaler IT Gipfel (2016): Konvergente Netze als Infrastruktur für die Gigabit-Gesellschaft, Strategiepapier Projektgruppe „Konvergente Netze als Infrastruktur für die Gigabit-Gesellschaft“, Fokusgruppe „Aufbruch in die Gigabitgesellschaft“, Plattform „Digitale Netze und Mobilität, Saarbrücken, 2016
- Nett, L.; Jay, S. (2014): Entwicklung dynamischer Marktszenarien und Wettbewerbskonstellationen zwischen Glasfasernetzen, Kupfernetzen und Kabelnetzen in Deutschland, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 388, Bad Honnef, September 2014
- Netzallianz (2016): Kursbuch Netzausbau, elektronisch verfügbar unter: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/kursbuch-netzausbau-2016.pdf?__blob=publicationFile
- Neumann, K.-H. (2013): Der dynamische Investitionswettbewerb als Leitbild der künftigen Entwicklung des Telekommunikationsmarktes, Studie für BREKO, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: <http://www.wik.org/uploads/media/WIK-Studie-BREKO-2013.pdf>
- Neumann, K.-H.; Schwab, R. (2015): Europäische und weltweite Trends beim Aufbau von FTTB/H Netzen – Bedeutung für Deutschland, Studie für 1&1 Telecom GmbH, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: <http://www.wik.org/index.php?id=810>
- Neumann, K.-H.; Schmitt, S.; Schwab, R. unter Mitarbeit von Stronzik, M. (2016): Die Bedeutung von TAL-Preisen für den Aufbau von NGA, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 404, Bad Honnef, März 2016
- Nokia (2015): LTE-Advanced Pro – Pushing LTE capabilities towards 5G, elektronisch verfügbar unter: <http://resources.alcatel-lucent.com/asset/200176>
- Nokia (2016): Nokia and U.S. Cellular test 5G technologies for fixed wireless, elektronisch verfügbar unter: http://www.nokia.com/en_int/news/releases/2016/10/12/nokia-and-us-cellular-test-5g-technologies-for-fixed-wireless
- Nokia (2016): Ten rules of 5G deployment, elektronisch verfügbar unter: <http://resources.alcatel-lucent.com/asset/200006>
- Pieruschka, M. (2016): CeBIT 2016: Vodafone stellt Hybrid vor, elektronisch verfügbar unter: <https://www.4g.de/news/cebit-2016-vodafonehybrid-10658/>
- Poppe, K. J.; Wolfert, S.; Verdouw, C.; Verwaart, T. (2013): Information Integration in Multi-dimensional Agri-Food Supply Chain Networks: a Service-Oriented Approach, in: Eurochoices, Volume 12 (1), pp. 60-65.
- Qualcomm (2016): Progressing toward a global 5G standard – 3GPP approves Study Item for new 5G air interface, elektronisch verfügbar unter: <https://www.qualcomm.com/news/onq/2016/03/18/progressing-toward-global-5g-standard-3gpp-approves-study-item-new-5g-air>
- Rohman, I. K.; Bohlin, E. (2012): Does broadband speed really matter for driving economic growth? Investigating OECD countries, International Journal of Management and Network Economics, Inderscience Enterprises Ltd, Volume 2(4)
- Ruckelshausen, A.; Rahe, F. (2010): Selbstständige Helfer, in: Neue Landwirtschaft 21 (6), S. 40-42
- Samsung (2016): Samsung: Vendor Role in 5G development, in: Ovum, TMT intelligence, informa (2016): 5G Fixed Wireless Access, Providing fiber speeds over the air while also helping pave the way for full 5G mobility, elektronisch verfügbar unter: http://www.samsung.com/global/business-images/insights/2016/Whitepaper_5G-Fixed-Wireless-Access-0.pdf
- Sasson, D. (2016): SWN Stadtwerke Neumünster GmbH, Hessischer Breitbandgipfel, elektronisch verfügbar unter: https://www.breitband-in-hessen.de/mm/7BBG_Sasson_Glasfaser_bis_ans_Haus.pdf
- Schwab, R. (2015): Stand und Perspektiven von LTE in Deutschland, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 394, Bad Honnef
- SQW (2013): UK Broadband Impact Study – Study on behalf of Department for Culture, Media & Sport, elektronisch verfügbar unter: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/257006/UK_Broadband_Impact_Study_-_Impact_Report_-_Nov_2013_-_Final.pdf
- Stopka, U.; Pessier, R.; Flöße, S. (2013): Breitbandstudie Sachsen 2030, Zukünftige Dienste, Adaptionsprozesse und Bandbreitenbedarf, Studie im Auftrag des Sächsischen Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, elektronisch verfügbar unter: http://www.smwa.sachsen.de/download/2013_TUD_SMWA_Breitbandstudie_Sachsen.pdf

- Strube Martins, S.; Wernick, C.; Plückerbaum, T.; Henseler-Unger, I. (2016): Die Privatkundennachfrage nach hochbitratigem Breitbandinternet im Jahr 2025, WIK Working Paper, Bad Honnef
- Swisscom (2016): Swisscom schaltet G.fast als erste europäische Telekommunikationsanbieterin live, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.swisscom.ch/de/about/medien/press-releases/2016/10/20161018-MM-Gfast.html>
- Teltarif (2016): Opengiga: Glasfaser für alle?, elektronisch verfügbar unter: <https://www.teltarif.de/opengiga-glasfaser-start/news/65519.html>
- Teltarif (2016): Südkorea: Gigabit für alle! Elektronisch verfügbar unter:
<https://www.teltarif.de/gigabit-korea-telecom/news/66252.html>
- Teltarif (2016): Vodafone: So funktioniert der Gigabit-Hybrid-Router, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.teltarif.de/vodafone-gigabit-hybrid-router/news/63184.html>
- Teltarif (2016): FTTH: Auch die Telekom baut Glasfaser bis zum Kunden – wenn es passt, elektronisch verfügbar unter: <https://www.teltarif.de/telekom-glasfaser-ftth-ausbau/news/66386.html>
- Tenbrock, S.; Arnold, R. (2016): Die Bedeutung von Telekommunikation in intelligent vernetzten PKW, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 413, Bad Honnef
- Unitymedia (2016): Gigabit-Internet: Unitymedia forciert Netzausbau mit Gigasphere, elektronisch verfügbar unter: https://www5.unitymedia.de/content/dam/unitymedia-de/umkbw/doc/160608_Pressemitteilung_Netzausbau_Unitymedia_Gigasphere.pdf
- Unitymedia (2016): Unitymedia wächst weiter, macht 400 Mbit/s für zehn Millionen Haushalte verfügbar und arbeitet an Gigabit-Anschlüssen, elektronisch verfügbar unter:
<https://newsroom.unitymedia.de/pressemitteilungen/unitymedia-waechst-weiter-macht-400-mbits-fuer-zehn-millionen-haushalte-verfuegbar-und-arbeitet-an-gigabit-anschlussen/#view>
- University of Cambridge (2014): Holographic diagnostics in medicine, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.sciencedaily.com/releases/2014/01/140122134146.htm>
- VATM/Dialog Consult (2015): 17. TK-Marktanalyse, elektronisch verfügbar unter:
http://www.vatm.de/index.php?eID=tx_nawsecured&u=0&q=0&t=1482102324&hash=5975b6d7919145e1206bbe891c6cdbbb2d118e5f&file=uploads/media/VATM_TK-Marktstudie_2015_211015.pdf
- VATM/Dialog Consult (2016): 18. TK-Marktanalyse Deutschland 2016, elektronisch verfügbar unter:
http://www.vatm.de/index.php?eID=tx_nawsecured&u=0&q=0&t=1479489029&hash=9074b67816acd0edb61e14854313ab3943d4ed2f&file=uploads/media/VATM_TK-Marktstudie_2016_191016.pdf
- Verizon (2016): Q2 2016 Verizon Communications Inc Earnings Call, edited transcript by Thomson Reuters Streetevents, elektronisch verfügbar unter:
<http://www.verizon.com/about/file/16921/download?token=O5tnAJ6G>
- Viaeuropa Deutschland (2016): Opengiga erklärt, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.viaeuropa.de/opengiga.html>
- Viaeuropa Sweden (2016): Välj ort och bredbandsnät, elektronisch verfügbar unter:
<http://www.viaeuropa.se/services/selectnetwork.aspx>
- Virgin Media (2016): Virgin Media and Liberty Global announce largest investment in UK's internet infrastructure for more than a decade, elektronisch verfügbar unter:
<http://www.virginmedia.com/corporate/media-centre/press-releases/virgin-media-and-liberty-global-announce-largest-investment-in-uks-internet-infrastructure-for-more-than-a-decade.html>
- Vodafone (2016): Vodafone weiter mit gutem Umsatzwachstum, Pressemitteilung vom 15. September 2016, elektronisch verfügbar unter:
<http://www.vodafone.de/unternehmen/presse/pressearchiv2016-408103.html>
- Vodafone (2016): Vodafone macht Deutschland bereit fürs Gigabit Business, elektronisch verfügbar unter:
<http://www.vodafone.de/unternehmen/presse/pressearchiv2016-338131.html>
- Vodafone (2016): Pilotprojekt mit Modell-Charakter in Bayern, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.vodafone.de/unternehmen/presse/pressearchiv2016-407177.html>
- Vodafone (2016): Vodafone Germany Open Office, elektronisch verfügbar unter:
<http://www.vodafone.com/content/dam/group/investors/downloads/presentations/2016-09-29-Vodafone-Germany-Open-Office-Presentation.pdf>
- Wernick, C. (2007): Strategic Investment Decisions in Regulated Markets, Wiesbaden, Gabler, 2007

- Wernick, C. (2016): Ökonomie und Kostenstrukturen des Glasfaserausbau, Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter:
http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_OEkonomie_Glasfaserausbau.pdf
- Wernick, C.; Bender, C. (2016): Die Rolle der Kommunen beim Breitbandausbau im ländlichen Raum aus ökonomischer Sicht, Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter:
http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_Kommunaler_Breitbandausbau_im_laendlichen_Raum.pdf
- Wernick, C.; Henseler-Unger, I.; unter Mitarbeit von Strube Martins, S. (2016): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau, Studie im Auftrag des Bundesverband Breitbandkommunikation (BREKO), Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie_-_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf
- Wernick, C.; Gries, C.-I.; Bender, C., Tenbrock, S.; Strube Martins, S. (2016): Regionale TK-Akteure im globalen Wettbewerb, Studie im Auftrag des Breitbandbüros Hessen bei der Hessen Trade & Invest GmbH, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter:
http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Regionale_TK_Akteure_im_globalen_Wettbewerb.pdf
- Wernick, C.; Strube Martins, S.; Bender, C. M.; Gries, C.-I. (2016): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland, Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter:
http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_BMWi_Breitbandnutzung_von_KMU.pdf
- Wirtschaftswoche (2016): Telefónica plant nationale Glasfasergesellschaft, elektronisch verfügbar unter:
<http://www.wiwo.de/unternehmen/dienstleister/neues-konzept-zum-internet-ausbau-telefonica-plant-nationale-glasfasergesellschaft/14885614.html>